SHOUT
SHARE
IT

LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION
SMITHSONIAN INSTITUTION WASHINGTON, D.C.

QK
1
D486
Bot

BERICHTE DER DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT

BAND I

1883

90718F3701

486
d. 1
ot.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET DEN 17. SEPTEMBER 1882.

BAND I.

MIT XV TAFELN UND 42 HOLZSCHNITTEN.

BERLIN 1883.
GEBRÜDER BORNTRÆGER
ED. EGGERS.

Reprinted with the permisson of Gebrüder Borntraeger

JOHNSON REPRINT CORPORATION JOHNSON REPRINT COMPANY LTD.
111 Fifth Avenue, New York, N.Y. 10003 Berkeley Square House, London, W. 1

First reprinting, 1966, Johnson Reprint Corporation

Printed in West Germany
Druck: Anton Hain KG, Meisenheim (Glan)

Bericht

über die

Bildung der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

In Folge des Aufrufes und der Einladung, welche von dem „Comité zur Bildung einer Deutschen Botanischen Gesellschaft“ ausgegangen waren, ist unter lebhafter Betheiligung zahlreicher Botaniker aus allen Theilen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz in den Tagen vom 16.—19. September 1882 in Eisenach die

Deutsche Botanische Gesellschaft

in's Leben getreten, über deren Bildung und Einrichtung im Folgenden berichtet werden soll.

I.

Einladung zur constituirenden Versammlung.

Die Verhandlungen, welche zur Constituirung der Gesellschaft geführt haben, begannen im Jahre 1881 innerhalb des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg mit einem Antrage auf Erweiterung desselben in eine allgemeine Deutsche Botanische Gesellschaft, welcher von dem Mitgliede des Vereins, Herrn Pringsheim, beim Vorstande eingebracht worden war. Der Antrag fand hier lebhafte Zustimmung, stiess aber auch theilweise auf Widerspruch, und der Vorstand setzte deshalb eine vorberathende Commission nieder, welche denselben, vor seiner weiteren Behandlung im Verein, einer allseitigen genaueren Prüfung unterziehen und event. die Schritte zu seiner Ausführung berathen sollte. Diese Commission bestand aus den Vereinsmitgliedern, den Herren: Ascherson, Eichler, Frank, Garcke, Kny, Köhne, Kurtz, Liebe, Löw, Pringsheim, Schwendener, Tschirch, Urban, Westermaier, Wittmack, Zopf.

Nachdem die Commission sich fast einstimmig für den Antrag Pringsheim erklärt hatte, entwarf dieselbe als Grundlage für die weiteren Berathungen ein provisorisches Statut für die künftige Gesellschaft, berieth dasselbe in mehreren Sitzungen durch und beschloss, das Ziel des Antrages, die Gründung einer Deutschen Botanischen Gesellschaft jedenfalls unverrückt im Auge zu behalten, auch für den Fall, dass der Botanische Verein der Provinz Brandenburg seine Auflösung resp. Umwandelung in die Deutsche Botanische Gesellschaft nicht sollte beschliessen wollen. Demzufolge wurde zwar einerseits der Antrag auf Auflösung des Botanischen Vereins weiterverfolgt und bei dem Vorstande desselben in statutenmässiger Form eingebracht, andererseits bildete sich aber aus Mitgliedern dieser Commission im Verein mit einer Anzahl hervorragender Botaniker, welche bereitwillig auf den Gedanken der Gründung einer Deutschen Botanischen Gesellschaft eingegangen waren, ein erweitertes, selbständiges Comité, welches direct einen Aufruf an alle deutschen Botaniker zur Betheiligung und zum Beitritt erliess und dieselben zu einer constituirenden Versammlung nach Eisenach einlud.

Wir bringen den Aufruf dieses Comité's hier, weiter unten, zum Abdruck; jedoch ohne seine in demselben erwähnten Beilagen *A.*, *B.* und *C.* Diese bezogen sich vorzugsweise nur auf die ersten vorbereitenden Schritte zur Gründung der Gesellschaft, die bereits im Vorhergehenden in genügender Ausführlichkeit zur Sprache gekommen sind.

Dagegen soll die Aufgabe der Gesellschaft, wie dieselbe bei ihrer Gründung in's Auge gefasst war, nach ihrem Wortlaute in den Beilagen jenes Aufrufes wiederholt und hervorgehoben werden.

Die wesentliche Bedeutung der Deutschen Botanischen Gesellschaft soll hiernach liegen:

1. in den alljährlichen allgemeinen Versammlungen Deutscher Botaniker. Diese sollen nicht nur die persönliche Annäherung und ein gemeinsames Wirken derselben anregen und sichern, sondern auch die vorhandenen und neu entstehenden Bedürfnisse der Wissenschaft zum Ausdruck bringen.
2. in den regelmässigen Berichten der Gesellschaft, welche die wissenschaftlichen Einsendungen und Mittheilungen der Mitglieder dem ganzen Kreise der Berufsgenossen in kürzester Frist zugänglich machen sollen.
3. in der thatkräftigen Unterstützung und Ausführung grösserer wissenschaftlicher Unternehmungen.

Der Aufruf des Comité's

„An die deutschen Botaniker“

hatte folgenden Wortlaut:

Hochgeehrter Herr College!

Aus der Beilage *A.* an die Mitglieder des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, welche wir zu Ihrer gefälligen Kenntnissnahme und zu Ihrer Orientirung beilegen, werden Sie ersehen, dass im verflossenen Winter im Schosse dieses Vereins Verhandlungen stattgefunden haben, welche den Zweck verfolgen, eine allgemeine

Deutsche Botanische Gesellschaft

in's Leben zu rufen.

Es schien sich zu empfehlen und lag hierbei nahe, den Botanischen Verein der Prov. Brandenburg in seinem gegenwärtigen Bestande aufzulösen und in die projectirte Deutsche Botanische Gesellschaft aufgehen zu lassen und zwar aus folgenden Gründen:

1. weil die grosse Anzahl seiner Mitglieder, die schon auf 250 und mehr angewachsen ist, der künftigen Gesellschaft zu Gute kommt und gewissermassen eine Bürgschaft für die Ausführung des Planes bietet;
2. weil der Verein bereits eine grosse Anzahl deutscher Botaniker ausserhalb der Provinz Brandenburg zu seinen Mitgliedern zählt;
3. endlich, weil der natürlichste Sitz der Deutschen Botanischen Gesellschaft aus vielen Gründen die Hauptstadt des Reiches ist.

Allein Sie werden ferner aus dem vorläufigen Entwurf eines Statutes für die Deutsche Botanische Gesellschaft, welchen wir in der Beilage *B.* Ihrer Begutachtung unterbreiten, zugleich ersehen, dass wir weit entfernt sind, den Schwerpunkt der Gesellschaft an ihren Sitz verlegen zu wollen.

Derselbe soll vielmehr nach unserem Plane in den allgemeinen Versammlungen Deutscher Botaniker liegen, welche nach dem Statuten-Entwurf alljährlich abwechselnd im Süden und im Norden von Deutschland stattfinden werden.

Ueber die Aufgabe der Gesellschaft geben die Beilagen *A.* und *B.* genügende Auskunft.

Die Entwicklung der Botanik zu fördern und ein einiges und fruchtbares Zusammenwirken der Forschung auf unserem Gebiete durch die persönliche Annäherung und die collegialen Beziehungen der Fachgenossen zu erleichtern: Dies ist das Ziel, welches wir durch die Vereinigung der Deutschen Botaniker in einen grossen collegialen Verband erstreben und zu erreichen hoffen.

Die Umwandlung des Botanischen Vereines der Provinz Brandenburg kann nach den Statuten desselben erst durch Abstimmung in der diesjährigen October-Versammlung erfolgen. Auf eine vorläufige Anfrage indessen haben wir bereits von mehr als 150 Mitgliedern die Zustimmung zur Umwandlung des Vereins und die Zusage zum Beitritt zu einer Deutschen Botanischen Gesellschaft erhalten.

Wir dürfen uns daher mit einiger Zuversicht der Hoffnung hingeben, dass das Resultat der Abstimmung in der October-Versammlung für unser Ziel günstig ausfallen wird.

Wir wenden uns nun mit diesem Aufruf an alle unsere deutschen Collegen und laden dieselben zu einer

Zusammenkunft in Eisenach
im Hôtel zum Rautenkranz
am 16. September 1882, Vormittags 10 Uhr,

unmittelbar vor Beginn der diesjährigen Naturforscher-Versammlung ein, um dort unter Zugrundelegung des beiliegenden provisorischen Statuten-Entwurfes die Constituirung einer

Deutschen Botanischen Gesellschaft

mit uns gemeinsam zu berathen und zu beschliessen.

Sie, hochgeehrter Herr College, ersuchen wir noch besonders, Sich unseren Bestrebungen anzuschliessen und dieselben durch Ihren Beitritt fördern zu helfen.

Falls Sie hierzu geneigt sind, bitten wir, die beiliegende Karte (Beilage *C.*), mit Ihrer Unterschrift versehen, womöglich bis zum 1. Juli d. J., an uns zurückgehen zu lassen.

Das Comité
zur Bildung einer Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Ascherson (Berlin); **Böhm** (Wien); **Buchenau** (Bremen); **Caspary** (Königsberg); **Cohn** (Breslau); **Cramer** (Zürich); **Drude** (Dresden); **Eichler** (Berlin); **Engler** (Kiel); **Frank** (Berlin); **Garcke** (Berlin); **Geyler** (Frankfurt a. M.); **Göppert** (Breslau); **Just** (Karlsruhe); **Kny** (Berlin); **Kühn** (Halle); **Leitgeb** (Graz); **Magnus** (Berlin); **Müller Arg.** (Genf); **Nobbe** (Tharand ; **Peyritsch** (Innsbruck); **Pfeffer** (Tübingen); **Pfitzer** (Heidelberg); **Pringsheim** (Berlin); **Radlkofer** (München); **Reess** (Erlangen); **Reichardt** (Wien); **Reinke** (Göttingen); **Russow** (Dorpat); **Sadebeck** (Hamburg); **Schenk** (Leipzig); **Schwendener** (Berlin); **Graf zu Solms-Laubach** (Göttingen); **Stahl** (Jena); **Strasburger** (Bonn); **v. Uechtritz** (Breslau); **Vöchting** (Basel); **Wiesner** (Wien); **Wigand** (Marburg); **Willkomm** (Prag); **Wittmack** (Berlin).

Diesem Anfangs Juni 1882 ergangenen Aufrufe, dessen Beantwortung bis zum 1. Juli erbeten war, hatten bis dahin 288 Deutsche Botaniker entsprochen und ihre Bereitwilligkeit zum Eintritt in die Gesellschaft erklärt. Später traten noch eine grössere Anzahl nachträglicher Beitrittserklärungen hinzu.

Durch dieses erfreuliche Resultat ermuthigt, beschloss die vorberathende Commission in Berlin, die Vorlagen für die constituirende Versammlung in Eisenach durch Ausarbeitung einer provisorischen Geschäftsordnung für die Gesellschaft zu ergänzen und dieselbe gleichzeitig mit dem früher ausgearbeiteten provisorischen Statuten-Entwurf der constituirenden Versammlung zur Beschlussnahme zu unterbreiten.

Am 16. September 1882, Vormittags 10 Uhr, traten nun die in Eisenach eingetroffenen Botaniker, welche der Einladung des Comité's gefolgt waren, im Saale des Hôtel zum Mohren1) zu der constituirenden Versammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft zusammen.

Ueber ihre Verhandlungen und Beschlüsse giebt das nachfolgende Protocoll Auskunft.

II.

Protocoll

der constituirenden Versammlung der „Deutschen Botanischen Gesellschaft“

vom 16. bis 19. September 1882 zu Eisenach, im Saale des Hôtel zum Mohren.

Es fanden 4 Sitzungen der Versammlung statt, und zwar:

die erste am 16. September Vormittags 10 Uhr,
die zweite „ 16. „ Abends $7^{1}/_{2}$ Uhr,
die dritte „ 17. „ Abends $7^{1}/_{2}$ Uhr,
die vierte „ 19. „ Vormittags $11^{1}/_{2}$ Uhr.

Anwesend waren die hier unten namentlich aufgeführten Botaniker; von diesen hatten sich in die aufgelegte Präsenzliste eingetragen:

Als Ordentliche Mitglieder der Gesellschaft:

Herr Ambronn-Leipzig,
„ Andrée-Münder,
„ Ascherson-Berlin,
„ Behrens-Göttingen,
„ Berthold-Göttingen,
„ J. G. Bornemann-Eisenach,
„ Büsgen-Weilburg,
„ Cramer-Zürich,
„ Detmer-Jena,
„ Drude-Dresden,
„ Dufft-Rudolstadt,
„ Eichler-Berlin,
„ Haberlandt-Graz,
„ Haussknecht-Weimar,
„ Hellriegel-Bernburg,
„ Hesse-Marburg,
„ Holzner-Weihenstephan,
„ Just-Karlsruhe,
„ Kienitz-Gerloff-Weilburg,
„ Kny-Berlin,
„ Koch-Heidelberg,
„ Kraus-Triesdorf,
Herr O. Kuntze-Leipzig,
„ Marsson-Greifswald,
„ A. Meyer-Strassburg,
„ Nöldeke-Celle,
„ Pentz-Hamburg,
„ Pfitzer-Heidelberg,
„ Pringsheim-Berlin,
„ Reinhardt-Berlin,
„ Reinke-Göttingen,
„ Roth-Berlin,
„ Sadebeck-Hamburg,
„ Schmitz-Bonn,
„ M. Schulze-Jena,
„ Schwendener-Berlin,
„ Senft-Eisenach,
„ Stahl-Jena,
„ Steinvorth-Lüneburg,
„ Tschirch-Berlin,
„ Uhlworm-Cassel,
„ Vatke-Berlin,
„ Willkomm-Prag,
„ Wittmack-Berlin,
„ Zabel-Münden,

und als Ausserordentliches Mitglied: Herr Jäger-Eisenach.

---

1) Der Saal des „Hôtel zum Rautenkranz“, wohin eingeladen worden war, war anderweitig besetzt.

Von einer grossen Anzahl Botaniker waren schon gelegentlich des Aufrufes Schreiben eingegangen, in denen dieselben freudig ihre Zustimmung zu erkennen gaben und lebhaft bedauerten, nicht selbst in Eisenach erscheinen zu können. In den Tagen der Generalversammlung liefen dann noch fernere gleichsinnige Schreiben ein: von den Herren Geheimrath Professor Göppert (Breslau), Professor Jul. Kühn (Halle), Baron Ferdinand von Müller (Melbourne), Prof. H. W. Reichardt (Wien), Professor Wiesner (Wien), Schuldirector Schröder (Eibenschütz in Mähren), Professor Entleutner (Meran). Diese Schreiben kamen in den Sitzungen selbst zur Verlesung.

In sämmtlichen Sitzungen fungirten nach Beschluss der Versammlung:

Herr Pringsheim-Berlin als Vorsitzender,
„ Cramer-Zürich
„ Willkomm-Prag
„ Pfitzer-Heidelberg } abwechselnd je zwei als Beisitzer;
„ Reinke-Göttingen
„ Haberlandt-Graz } als Schriftführer.
„ Tschirch-Berlin

Bei Beginn der ersten Sitzung theilte der Vorsitzende mit, dass sich bereits für den Fall der Gründung einer Deutschen Botanischen Gesellschaft 204 ordentliche und 77 ausserordentliche Mitglieder gemeldet hätten.

Die Versammlung trat nun in die Berathung der Statuten und der Geschäftsordnung für die Gesellschaft ein.

Den Verhandlungen hierüber lagen die betreffenden Entwürfe zu Grunde, welche das vorbereitende Comité in Berlin ausgearbeitet hatte. Von diesen war der Statuten-Entwurf schon früher an alle Diejenigen versandt worden, welche sich eventuell zum Beitritt gemeldet hatten; der Entwurf des Reglements für die Geschäftsordnung wurde den Anwesenden im Sitzungssaale eingehändigt.

Im Laufe der Debatte hierüber wurden zuvörderst einige Gesichtspunkte für die Auffassung der Statuten und den Gang der Verhandlungen in der Versammlung aufgestellt, welche, wie hiermit geschieht, zur Aufnahme ins Protocoll gelangen sollten.

1. Bezüglich der geographischen Ausdehnung der Gesellschaft wird auf den Antrag von Kny (Berlin) beschlossen, in das Protocoll aufzunehmen: „dass unter der Bezeichnung Deutschland im § 2 der Statuten alle diejenigen Länder zu verstehen sind, in denen die deutsche Sprache Umgangssprache ist.“
2. Bezüglich des Verhältnisses zum Botanischen Verein der Provinz Brandenburg beschliesst die Versammlung auf den Antrag Pfitzer (Heidelberg), den Anschluss an den Verein — von welchem im Statuten-Entwurfe ausgegangen war — da ein officieller Beschluss seitens des genannten Vereins noch aussteht, hier nicht zu discutiren, sondern die Beschlussfassung über den eventuellen

Anschluss desselben bis nach der Herbstversammlung des genannten Vereins zu vertagen. Zugleich wird der zu erwählende Vorstand autorisirt die hierdurch später etwa nöthig werdenden Arrangements provisorisch zu treffen.

3. Bezüglich der Geschäftsordnung wurde von Herrn Nöldeke (Celle) folgender Antrag formulirt und eingebracht:

   „Die Vertheilung der Geschäfte an die Vorstandsmitglieder, „die Art und Weise der Geschäftsführung des Vorstandes, „wie solche den Zwecken der Gesellschaft entsprechend zu „geschehen hat, namentlich auch die Rechnungsführung wird „durch ein besonderes Reglement geregelt, welches von dem „Präsidenten mit dem demnächst in Berlin zu erwählenden „Vorstande festzustellen und der Generalversammlung 1883 „zur Genehmigung vorzulegen ist.“

   Diesem Antrage entsprechend beschloss die Versammlung, sich bei ihren diesjährigen Verhandlungen auf die Feststellung der Statuten für die Gesellschaft zu beschränken, die Abfassung eines provisorischen Reglements für die Geschäftsordnung aber, wie es der Antrag Nöldeke verlangt, dem Vorstande aufzutragen.

Nachdem nun in den folgenden eingehenden Debatten sämmtliche in die Statuten aufzunehmenden Paragraphen der Reihe nach durchberathen waren und die Versammlung über jeden einzelnen derselben abgestimmt hatte, wurde der seinem Inhalte nach jetzt fertiggestellte Statuten-Entwurf behufs formeller Redigirung seiner einzelnen Paragraphen und der folgerichtigen Zusammenstellung derselben einer ad hoc gewählten Redactionscommission überwiesen, welche aus den Herren:

Behrens (Göttingen), Haberlandt (Graz), Holzner (Weihenstephan), Kny (Berlin) und Tschirch (Berlin) bestand.

Die von derselben endgültig redigirten Statuten kamen alsdann schon in der nächsten Sitzung der Versammlung, am 17. September Abends, nochmals paragraphenweise zur Verlesung und wurden hierauf, nachdem kein weiterer Einspruch gegen ihre Fassung erfolgt war, von derselben en bloc einstimmig angenommen.[1])

Hierauf erklärte sich die Versammlung als

Deutsche Botanische Gesellschaft

constituirt.

In derselben, schon vorher zur Durchführung der Wahlen anberaumten Abendsitzung am 17. September schritt nun die Gesellschaft sofort nach constatirter Wahlfähigkeit — es waren 36 ordentliche Mitglieder anwesend — zur Vornahme derjenigen Wahlen, welche nach § 20 der Statuten von der Generalversammlung vorzunehmen sind.

---

1) Am Schlusse dieses Berichtes finden sich die von der Gesellschaft definitiv festgestellten Statuten in ihrer endgültig angenommenen Form unter VI abgedruckt.

Es wurden gewählt:

Zum Präsidenten: Herr **Pringsheim**-Berlin.
Zum Vicepräsidenten: Herr **Leitgeb**-Graz.

Zu Ausschussmitgliedern:[1])

Herr **Buchenau**-Bremen,
„ **Cohn**-Breslau,
„ **Cramer**-Zürich,
„ **Drude**-Dresden,
„ **Engler**-Kiel,
„ **Göppert**-Breslau,
„ **Nöldeke**-Celle,
„ **Pfeffer**-Tübingen,
„ **Pfitzer**-Heidelberg,
„ **Reinke**-Göttingen,
„ Graf zu **Solms-Laubach**-Göttingen,
„ **Stahl**-Jena,
„ **Strasburger**-Bonn,
„ **Wiesner**-Wien,
„ **Willkomm**-Prag.

Zu Mitgliedern der Commission für die Flora von Deutschland:

Herr **Ascherson**-Berlin,
„ **Buchenau**-Bremen,
„ **Haussknecht**-Weimar.

Dieser Commission wurde zugleich das Recht der Cooptation ertheilt.

Die Gewählten haben sämmtlich bis zum 1. Januar 1884 zu fungiren. Sie haben, soweit sie anwesend waren, sogleich, soweit sie nicht anwesend waren, später die Wahl angenommen.

Zur Vornahme der Wahlen der Vorstandsmitglieder und der Commissionen, welche nach § 20 der Statuten in Berlin stattfinden sollen, wurde der Präsident beauftragt und ermächtigt, baldmöglichst eine Wahlversammlung der Berliner Mitglieder anzuberaumen.

Die Versammlung setzte sodann fest, dass die Wirksamkeit der Gesellschaft mit dem Anfang des Jahres 1883 beginnen solle, und autorisirte den Präsidenten in Gemeinschaft mit dem in Berlin zu erwählenden Vorstande bis dahin alle noch nöthigen geschäftlichen Einrichtungen, namentlich auch die Bestimmungen über die Publicationen der Berichte und den Verlag derselben zu treffen.

Schliesslich wurde (Statuten § 25) als Ort der nächsten Generalversammlung Freiburg i. Breisgau, die Stadt, in welcher auch die

---

1) Um die Berliner Vorstandswahlen nicht zu erschweren, wurde auf ausdrücklichen Wunsch einiger Mitglieder für diesmal von der Wahl von Berliner Botanikern in den Ausschuss Abstand genommen.

56. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte im Jahre 1883 tagen wird, gewählt, und als Tag der Generalversammlung der 17. September 1883 bestimmt.

Hierauf wurde die constituirende Versammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft geschlossen.

Eisenach, den 19. September 1882.

N. Pringsheim, Vorsitzender.
G. Haberlandt, A. Tschirch,
Schriftführer.

III.

Einladung zur Wahlversammlung in Berlin.

Die weiteren Verhandlungen in Berlin mussten bis nach Abstimmung im Botanischen Verein der Provinz Brandenburg über den dort eingebrachten, im Eingang bereits erwähnten Antrag seiner Auflösung resp. seines Aufgehens in die Deutsche Botanische Gesellschaft ausgesetzt bleiben.

In seiner Herbstversammlung am 28. October 1882 lehnte der Verein diesen Antrag zwar ab, beschloss aber gleichzeitig, zur Vermeidung jeder Collision der Aufgaben mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft, von nun an auf die Fortführung seiner wissenschaftlichen Sitzungen zu verzichten.

Unmittelbar hierauf lud der Präsident in Ausführung der ihm von der Eisenacher Versammlung gewordenen Aufträge die Berliner Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft zu einer Wahlversammlung auf den 6. November, Abends 7 Uhr, im Königlichen Botanischen Museum in Berlin ein.

Ueber den Verlauf derselben berichtet das nachstehende Protocoll.

IV.

Protocoll

der Wahlversammlung der Berliner Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft

am 6. November 1882, Abends 7 Uhr im Königl. Botanischen Museum zu Berlin.

Laut Präsenzliste waren 34 Mitglieder aus Berlin und Umgegend (in 30 *km* Entfernung, nach § 11 der Statuten) anwesend. Von diesen hatten sich 30 als ordentliche, 4 als ausserordentliche Mitglieder eingetragen.

Als Vorsitzender fungirt der Präsident der Gesellschaft, Herr Pringsheim, als Schriftführer Herr Tschirch.

Der Vorsitzende theilt zunächst mit, dass er die heutige Versammlung der Mitglieder im Auftrage der constituirenden Versammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft in Eisenach und auf Grund eines Beschlusses derselben einberufen habe, um die Wahl des Berliner Vorstandes und der Redactionscommission vorzunehmen, die nach § 20 der Statuten von den in Berlin ansässigen Mitgliedern zu wählen sind. Derselbe gab alsdann einen kurzen Bericht über die Eisenacher Versammlung und die dort angenommenen Statuten und liess die auf die Wahlen bezüglichen Paragraphen verlesen.

Ferner theilte derselbe mit, dass er an alle diejenigen in Berlin und Umgegend ansässigen Botaniker Einladungen erlassen habe, welche in früheren Erklärungen ihre Geneigtheit ausgesprochen hatten, der Gesellschaft als Mitglieder beizutreten.

Hierauf wurde zu den Wahlen geschritten, welche, nachdem die Wahlfähigkeit der Versammlung festgestellt worden war, durch Zettelabstimmung stattfanden.

Von den abgegebenen 29 resp. 30 Stimmen — absolute Majorität 15 resp. 16 — wurden gewählt:

Zum Vorsitzenden der wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin Herr **Schwendener** mit 22 Stimmen,
zum ersten Stellvertreter des Vorsitzenden Herr **Eichler** mit 27 Stimmen,
zum zweiten Stellvertreter des Vorsitzenden Herr **Kny** mit 24 Stimmen,
zum ersten Schriftführer Herr **Frank** mit 26 Stimmen,
zum zweiten Schriftführer Herr **Magnus** mit 16 Stimmen,
zum dritten Schriftführer Herr **Urban** mit 18 Stimmen,
zum Schatzmeister Herr **Otto Müller** mit 26 Stimmen.

Als Mitglieder der **Redactionscommission**:

Herr **Ascherson** mit 27 Stimmen,
Herr **Köhne** mit 27 Stimmen,
Herr **Westermaier** mit 24 Stimmen.

Sämmtliche Herren nahmen die Wahl an.

Berlin, den 6. November 1882.

Pringsheim,
Vorsitzender.

Tschirch,
Schriftführer.

V.

Vorstandsbeschlüsse in Berlin.

In den nun folgenden, am 13. und 20. November und 4. und 11. December 1882 abgehaltenen Vorstandssitzungen wurde das **Reglement für die Geschäftsführung** der Gesellschaft durchberathen und in der, unter VII. mitgetheilten, Form angenommen. Dasselbe unterliegt noch der Genehmigung der nächsten Generalversammlung im Jahre 1883.

Sodann wurde beschlossen, die Berichte der Verlagsbuchhandlung Gebrüder Bornträger (Ed. Eggers) in Berlin, Wilhelmstr. 122, in Verlag zu geben und der Präsident und Schatzmeister wurden ermächtigt, den Contract mit dem Verleger abzuschliessen.

Ferner wurde Herr Dr. Tschirch einstimmig zum Secretär der Gesellschaft gewählt.

Alsdann wurde noch die Fassung und Form der Diplome festgestellt und schliesslich bestimmt, den hier abgedruckten Bericht über die Constituirung der Gesellschaft, über die Versammlung in Eisenach und die Wählerversammlung in Berlin, sowie über die nachfolgenden Acte des Vorstandes als erste Abtheilung des Heftes 1 der Berichte schon jetzt in der vorliegenden Form zu veröffentlichen und an alle Botaniker, die ihre Bereitwilligkeit zum Eintritte in die Gesellschaft erklärt hatten, zu versenden. Diesem Berichte sollten endlich, wie hier gleichfalls unter VI und VII geschieht, auch die Statuten und das Reglement der Gesellschaft angehängt werden.

Berlin, den 11. December 1882.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

VI.

Statuten der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

(In der constituirenden Versammlung
in Eisenach am 16. und 17. September berathen und angenommen.)

I. Zweck und Wirksamkeit.

§ 1.

Um die Entwicklung der Botanik zu fördern, ist eine Vereinigung der Deutschen Botaniker zu einem grossen collegialen Verbande unter dem Namen:

„Deutsche Botanische Gesellschaft“

gebildet worden.

§ 2.

Die Gesellschaft soll einen anregenden und wirksamen Mittelpunkt für die wissenschaftlichen Bestrebungen auf dem Gesammtgebiete der Botanik in Deutschland bilden.

§ 3.

Sie veranstaltet, um diesen Zweck zu erreichen:

1. alljährlich eine Generalversammlung aller Mitglieder, thunlichst abwechselnd in einer Stadt im Süden und Norden Deutschlands,

2. regelmässige wissenschaftliche Zusammenkünfte in ihrem Wohnsitze Berlin.

§ 4.

Die Gesellschaft soll ihre Wirksamkeit ausüben:

1. durch Herausgabe von regelmässig erscheinenden Berichten und von Abhandlungen,
2. durch Anregung und Unterstützung von Untersuchungen im Gebiete der Botanik,
3. durch Ernennung von Commissionen zur Berathung und Ausarbeitung wissenschaftlicher Aufgaben, die ein Zusammenwirken Mehrerer zu ihrer Lösung verlangen,
4. durch Erforschung der Flora von Deutschland und ihrer Specialgebiete.

II. **Mitglieder.**

§ 5.

Die Gesellschaft besteht aus:

1. Ehrenmitgliedern,
2. Correspondirenden Mitgliedern,
3. Ordentlichen Mitgliedern,
4. Ausserordentlichen Mitgliedern.

§ 6.

Zu Ehrenmitgliedern sollen der Regel nach nur ausländische Botaniker von anerkanntem wissenschaftlichen Verdienste ernannt werden, ausserdem Gelehrte aus anderen Fächern und Männer in angesehener Stellung, die der Botanik wesentliche Dienste geleistet haben. — Die Zahl der Ehrenmitglieder darf 25 nicht überschreiten.

§ 7.

Zu Correspondirenden Mitgliedern sollen der Regel nach gleichfalls nur ausländische Botaniker ernannt werden, von denen es wünschenswerth ist, dass sie mit der Gesellschaft in Verbindung stehen. — Ihre Zahl ist unbeschränkt.

§ 8.

Ordentliche Mitglieder können nur Personen sein, welche sich wissenschaftlich mit Botanik oder einer verwandten Disciplin beschäftigen.

§ 9.

Als Ausserordentliche Mitglieder treten diejenigen Personen ein, welche an den Arbeiten der Gesellschaft Interesse nehmen und dieselben durch ihre Mitwirkung fördern wollen.

§ 10.

Wer der Gesellschaft als Ordentliches oder Ausserordentliches Mitglied beizutreten wünscht, muss von zwei Mitgliedern dem Vorstande vorgeschlagen werden. Die Namen des Gemeldeten und der Vorschlagenden werden vom Vorstande durch die officiellen Berichte zur Kenntniss der Mitglieder gebracht. Wenn binnen drei Wochen kein Widerspruch erfolgt, so wird der Gemeldete durch die officiellen Berichte als Mitglied proclamirt. Etwaige Einwendungen sind innerhalb obiger Frist an den Vorstand zu richten, welcher über die Zulässigkeit derselben entscheidet.

§ 11.

Der jährliche Beitrag zu den Kosten der Gesellschaft beträgt:

1. für diejenigen Ordentlichen Mitglieder, welche in Berlin und den in einer Entfernung von weniger als 30 *km* von Berlin gelegenen Orten ansässig sind: ℳ 20,
2. für die auswärtigen Ordentlichen Mitglieder: ℳ 15,
3. für die Ausserordentlichen Mitglieder innerhalb und ausserhalb Berlins: ℳ 10.
4. Mitglieder, welche einen einmaligen Beitrag von ℳ 300 zahlen, sind von den jährlichen Beiträgen befreit.

§ 12.

Das Stimmrecht bei den Wahlen und bei der Beschlussfassung über alle inneren geschäftlichen Angelegenheiten der Gesellschaft wird von den Ordentlichen Mitgliedern ausgeübt. An allen wissenschaftlichen und geschäftlichen Verhandlungen in den Sitzungen nehmen sämmtliche Mitglieder in gleicher Weise Theil.

§ 13.

Die Ehrenmitglieder, Ordentlichen und Ausserordentlichen Mitglieder erhalten unentgeltlich die von der Gesellschaft publicirten Berichte und Abhandlungen.

§ 14.

Die Gesellschaft ertheilt an ihre Mitglieder Diplome, welche die Unterschriften des Präsidenten und des Vorsitzenden (§ 16) tragen.

III. Geschäftsführung.

§ 15.

Die Geschäftsführung der Gesellschaft liegt dem Vorstande ob, welchem ständige wissenschaftliche Commissionen und ein Ausschuss zur Seite stehen. — Bei Erledigung der Geschäfte wird der Vorstand durch einen besoldeten Beamten unterstützt.

§ 16.

Der Vorstand besteht aus:

1. einem Präsidenten, welcher den Vorsitz in allen Sitzungen der Generalversammlung führt,
2. einem Stellvertreter des Präsidenten,
3. einem Vorsitzenden der regelmässigen wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin,
4. zwei Stellvertretern desselben,
5. drei Schriftführern,
6. einem Schatzmeister.

§ 17.

Als ständige wissenschaftliche Commissionen sollen gebildet werden:

1. eine Redactionscommission, welche aus dem Vorsitzenden der regelmässigen wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin, den drei Schriftführern und drei gewählten Mitgliedern besteht,
2. eine Commission für die Flora von Deutschland.

§ 18.

Der Ausschuss besteht aus 15 Mitgliedern, von denen höchstens 5 in Berlin wohnhaft sein dürfen. Demselben sollen alle wichtigen, an die Gesellschaft herantretenden Vorlagen zur Begutachtung vorgelegt werden. Eine Abstimmung über dieselben in der Gesellschaft ist erst nach Berichterstattung seitens des Präsidenten über die eingegangenen Gutachten der Ausschussmitglieder zulässig.

IV. Wahlen.

§ 19.

Wählbar zu Vorstandsmitgliedern sind nur die Ordentlichen Mitglieder der Gesellschaft. — Wiederwahl ist zulässig.

§ 20.

Der Präsident und sein Stellvertreter, sowie der Ausschuss und die Commission für die Flora von Deutschland werden in der alljährlich stattfindenden Generalversammlung gewählt. Die Wahl der übrigen Vorstandsmitglieder und der Mitglieder der Redactionscommission erfolgt in einer in Berlin abzuhaltenden Versammlung, welche der Vorsitzende bald nach der Generalversammlung anberaumt.

§ 21.

Die Wahlen des Präsidenten und seines Stellvertreters, des Ausschusses und der Commission für die Flora von Deutschland erfolgen zu Anfang der Generalversammlung. Ihre Amtsdauer, sowie die Amtsdauer der in Berlin zu erwählenden Mitglieder des Vorstandes und der Redactionscommission erstreckt sich auf ein Jahr, vom 1. Januar nach der Generalversammlung an gerechnet.

§ 22.

Die Wahlen erfolgen durch Zettelabstimmung. Absolute Majorität der anwesenden Ordentlichen Mitglieder entscheidet.

§ 23.

Für die Giltigkeit der Wahlen ist die Anwesenheit von wenigstens 20 Ordentlichen Mitgliedern, unter denen mindestens 3 Vorstandsmitglieder sein müssen, nothwendig. Kommt eine dieser Bestimmung entsprechende Wahl nicht zu Stande, so behält der bestehende Vorstand seine Function noch ein Jahr lang. Sollte ein Mitglied desselben sich weigern, diese Function nochmals zu übernehmen, so tritt Neuwahl durch schriftliche Abstimmung ein, wobei absolute Majorität der eingesandten Stimmen entscheidet.

§ 24.

Die Wahl der Ehrenmitglieder und der Correspondirenden Mitglieder findet nur auf der Generalversammlung statt, auf Grund von Vorschlägen, die bei Beginn der Versammlung dem Vorstande mitgetheilt sein müssen. Der Vorschlag bedarf der Unterstützung von 15 Mitgliedern und der schriftlichen Motivirung. Eine Discussion darüber ist ausgeschlossen. Die Wahl erfolgt nach den in § 22 festgesetzten Normen der Vorstandswahl.

V. Generalversammlung.

§ 25.

Jede Generalversammlung bestimmt Ort und Zeit der nächsten Generalversammlung.

VI. Statutenveränderungen.

§ 26.

Statutenveränderungen können nur durch Beschluss der Generalversammlung mit Zweidrittel-Majorität erfolgen, wenn sie vom Vorstande oder mindestens 15 Ordentlichen Mitgliedern beantragt sind. Diese Anträge müssen motivirt, spätestens drei Monate vor der Generalversammlung eingereicht und spätestens zwei Monate vor der Generalversammlung in den officiellen Berichten der Gesellschaft publicirt sein.

VII. **Austritt aus der Gesellschaft.**

§ 27.

Der Austritt aus der Gesellschaft erfolgt auf ausdrückliche Erklärung oder infolge verweigerter Zahlung der Beiträge.

§ 28.

Sollte der Vorstand gegen das fernere Verbleiben eines Mitgliedes in der Gesellschaft erhebliche Bedenken tragen, so hat er nach Verständigung mit dem Ausschusse das Recht, mit Zweidrittel-Majorität der schriftlich abzugebenden Stimmen des Vorstandes und des Ausschusses die Ausschliessung des betreffenden Mitgliedes auszusprechen.

VIII. **Auflösung der Gesellschaft.**

§ 29.

Die Auflösung kann nur erfolgen, wenn sie von mindestens 50 Ordentlichen Mitgliedern beantragt ist, und der Antrag nach den für Statutenveränderungen giltigen Normen (§ 26) dem Vorstande und den Mitgliedern zur Kenntniss gebracht, und auf der Generalversammlung, wenn dieselbe mindestens 50 Ordentliche Mitglieder repräsentirt, durch Zweidrittel-Majorität angenommen ist. Dieser Beschluss bedarf der Ratification durch schriftliche Abstimmung sämmtlicher Mitglieder und wird erst perfect, wenn von den eingehenden Stimmen zwei Drittel dafür sind.

§ 30.

Die Bestimmungen über die Verwendung des nach Ablösung aller Verpflichtungen verbleibenden Vermögens werden alsdann von derselben Generalversammlung mit absoluter Stimmenmehrheit getroffen. Der Beschluss erlangt nach erfolgter Ratification der Auflösung Giltigkeit.

VII.

Reglement

für die Geschäftsführung, die Versammlungen, die Publicationen und die Commissionen der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

(Der Entwurf unterliegt nach einem Beschlusse der constituirenden Versammlung in Eisenach vom 17. September 1882 der Genehmigung durch die nächste Generalversammlung im September 1883 in Freiburg im Breisgau).

A. Geschäftsführung.

(Statuten § 15—18.)

I. Vorstand.

§ 1.

Der Vorstand hat alle auf die Gesellschaft bezüglichen Angelegenheiten wahrzunehmen und deren statutenmässige Behandlung zu veranlassen.

Er repräsentirt die Gesellschaft nach Aussen.

§ 2.

Die Sitzungen des Vorstandes finden nach Bedürfniss statt und werden durch den Vorsitzenden anberaumt. Zu denselben sind sämmtliche zur Zeit in Berlin anwesende Mitglieder des Vorstandes einzuladen.

§ 3.

Der schriftlich geäusserte Wunsch dreier Mitglieder, welche dem Vorstande, dem Ausschusse oder den wissenschaftlichen Commissionen angehören, verpflichtet den Vorsitzenden, innerhalb 8 Tagen nach Empfang des Antrages eine Sitzung des Vorstandes anzuberaumen.

§ 4.

Der Vorstand ist bei Anwesenheit von 4 Mitgliedern beschlussfähig und fasst seine Beschlüsse mit absoluter Majorität. Bei Stimmengleichheit entscheidet der Vorsitzende.

§ 5.

Vorsitz. Wenn weder der Präsident noch der Vicepräsident in der Generalversammlung, oder weder der Vorsitzende noch einer seiner Stellvertreter in den regelmässigen wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin anwesend sind, so übernimmt ein anderes Vorstandsmitglied den Vorsitz.

II. Schriftführer.

§ 6.

Die Functionen der Schriftführer sind:

a) Erledigung der Correspondenz,
b) Führung der Protocolle und

c) Besorgung der Drucklegung derselben nach Genehmigung durch den Vorsitzenden,
d) Führung der Mitgliederliste,
e) Besorgung der Drucklegung der Berichte und Abhandlungen,
f) Verlesung der eingelaufenen Mittheilungen.

III. **Schatzmeister.**

§ 7.

Der Schatzmeister verwaltet das Vermögen der Gesellschaft und versieht alle auf die Einnahmen und Ausgaben bezüglichen Geschäfte.

Für seine Geschäftsführung ist er dem Vorstande verantwortlich.

§ 8.

Etat. Alljährlich bis Ende Juni hat der Schatzmeister den Etat des laufenden und den Rechnungsabschluss des vorhergehenden Jahres aufzustellen. Die Revision erfolgt durch zwei vom Vorstande zu ernennende Revisoren, die ihrerseits das Ergebniss ihrer Prüfung bis Ende Juli dem Vorsitzenden mitzutheilen haben.

§ 9.

Der revidirte Rechnungsabschluss für das vorhergehende und der Etatsentwurf für das laufende Jahr werden vom Schatzmeister selbst oder in seiner Verhinderung von einem anderen Mitgliede des Vorstandes in der nächstfolgenden Generalversammlung vorgelegt. Nach erfolgter Decharge resp. Genehmigung durch die Versammlung werden beide in dem Berichte über die Generalversammlung veröffentlicht.

§ 10.

Jahresbeiträge. Dieselben sind im Januar jeden Jahres, von den im Laufe des Jahres neu aufgenommenen Mitgliedern innerhalb vier Wochen nach erfolgter Aufnahme zu leisten. Die Berichte und die sonstigen Publicationen der Gesellschaft dürfen den Mitgliedern erst nach erfolgter Zahlung der Jahresbeiträge zugehen.

§ 11.

Rückständige Beiträge ist der Schatzmeister befugt, vom 1. April an einzumahnen event. vom 1. Mai an auf Kosten der Säumigen durch Postnachnahme zu erheben.

Verweigerung der Zahlung wird als Austrittserklärung betrachtet.

IV. **Redactionscommission.**

§ 12.

Die Redactionscommission prüft die für die Berichte und Abhandlungen einlaufenden Beiträge und entscheidet über die Annahme resp. Ablehnung derselben.

V. **Secretär.**

§ 13.

Der besoldete Beamte, Secretär der Gesellschaft, (Statuten § 15) wird vom Vorstande auf 1 Jahr erwählt und verpflichtet. Ihm liegt die

Ausführung derjenigen Geschäfte der Gesellschaft ob, welche ihm vom Vorstande übertragen werden.

B. Versammlungen.

(Statuten § 3.)

§ 14.

Die Generalversammlung findet alljährlich an dem von der vorhergehenden Versammlung bestimmten Ort und zu der von ihr festgesetzten Zeit statt. (Statuten § 25.)

§ 15.

In der Generalversammlung kommen in nachbenannter Reihenfolge zur Erledigung:

a) Der Jahresbericht durch den Präsidenten.
b) Rechnungsabschluss und Etat (vgl. § 8 und 9).
c) Die nach § 20 der Statuten vorzunehmenden Neuwahlen.
d) Etwaige Wahlen von Ehrenmitgliedern und correspondirenden Mitgliedern (Statuten § 24).
e) Die während des vorhergehenden Jahres an die Gesellschaft herangetretenen geschäftlichen Mittheilungen und Anträge, welche einen Beschluss der Gesellschaft durch Abstimmung bedürfen.

   Dieselben sind in einem der Generalversammlung vorhergehenden Sitzungsberichte durch den Vorstand zur Kenntniss der Mitglieder zu bringen, — wenn nicht ein früherer Publicationstermin in den Statuten festgesetzt ist (Statuten § 26 und 29), spätestens einen Monat vor der Generalversammlung.
f) Die geschäftlichen Angelegenheiten, welche aus der Mitte der Versammlung in Anregung gebracht werden. Diese sind dem Präsidenten vor der Sitzung anzukündigen.
g) Die wissenschaftlichen Mittheilungen von Mitgliedern oder anderen Gelehrten. Diese können mündlich gemacht oder schriftlich eingereicht werden; im letzteren Falle gelangen sie durch die Schriftführer, eventuell durch ein vom Autor bezeichnetes Mitglied der Versammlung zum Vortrag.
h) Wahl des Ortes und der Zeit für die nächste Generalversammlung (Statuten § 25).

§ 16.

Die regelmässigen wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin finden am letzten Freitag in jedem Monat statt, fallen jedoch in den Monaten August und September aus.

Sie sind für wissenschaftliche Mittheilungen jeder Art, auch solche, die nicht zur Publication in den Berichten gelangen sollen, bestimmt; desgleichen für solche geschäftliche Mittheilungen, die keinen Beschluss der Gesellschaft durch Abstimmung verlangen.

C. Publicationen.

(Statuten § 4, 1).

Diese sind:

I. Berichte über die regelmässigen wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin (vgl. § 16).

§ 17.

Die Berichte sollen regelmässig 3 Wochen nach der Sitzung zur Versendung an die Mitglieder gelangen.

§ 18.

Geschäftliche Mittheilungen. Von denselben sind diejenigen, die einen Beschluss der Gesellschaft durch Abstimmung verlangen, in den Berichten nach den Bestimmungen des § 15e zur Veröffentlichung zu bringen. Ueber die Aufnahme anderweitiger geschäftlicher Mittheilungen in die Berichte hat der Vorsitzende zu befinden.

§ 19.

Wissenschaftliche Mittheilungen. Die zur Publication in den Berichten bestimmten wissenschaftlichen Mittheilungen dürfen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten und sind mit dem Datum des Einganges zu versehen.

Sie müssen spätestens 8 Tage vor der Sitzung, in deren Bericht sie erscheinen sollen, vollständig druckreif im Manuscript dem Vorsitzenden eingereicht werden. Dies gilt auch für die Manuscripte zu den Mittheilungen und Vorträgen der persönlich in der Sitzung anwesenden Mitglieder.

§ 20.

Die eingegangenen Manuscripte vertheilt der Vorsitzende nach seinem Ermessen an die Mitglieder der Redactionscommission, welche verpflichtet sind, noch vor der Sitzung, für welche das Manuscript bestimmt ist, dem Vorsitzenden Bericht zu erstatten, ob dasselbe unbeanstandet publicirt werden kann.

§ 21.

Die unbeanstandeten Manuscripte gelangen sodann ohne Verzug entweder durch den Autor selbst, oder durch ein von diesem designirtes Mitglied der Gesellschaft zum Vortrag, oder werden, falls der Autor hierüber keine Bestimmung getroffen hat, von einem der Schriftführer verlesen.

Ihre Publication erfolgt in dem Berichte der betreffenden Sitzung, sofern nicht etwa in dieser selbst ihre Veröffentlichung durch Majoritätsbeschluss der anwesenden Mitglieder noch beanstandet wird.

Eine Verzögerung der Publication einer Abhandlung darf nur eintreten, wenn die künstlerische Herstellung beigegebener Abbildungen in der vorgeschriebenen Zeit von 3 Wochen nicht ausführbar ist. Die Abbildungen werden sodann entweder nachgeliefert, oder die ganze Abhandlung erscheint in einem nächstfolgenden Hefte der Berichte.

§ 22.

Die beanstandeten Manuscripte gehen an die Redactionscommission, welche bis zur nächstfolgenden wissenschaftlichen Sitzung über ihre Annahme oder Ablehnung entscheidet und sich thunlichst mit dem Autor über die beanstandeten Punkte vorher zu verständigen sucht.

Ist die Beanstandung im Sinne der Annahme erledigt, so gelangt das Manuscript in der nächstfolgenden Sitzung zur Verlesung und zur Publication in den Berichten.

Ist die Ablehnung beschlossen, so wird das Manuscript mit der betreffenden Notiz unverzüglich an den Autor zurückgesandt.

II. **Berichte über die Generalversammlungen.**

§ 23.

Der Bericht über die Generalversammlung soll ein vollständiges Bild der Verhandlungen nach den Protocollen gewähren. Ausgeschlossen sind nur diejenigen geschäftlichen und wissenschaftlichen Mittheilungen, denen die Versammlung die Aufnahme ausdrücklich durch Majoritätsbeschluss versagt.

§ 24.

Der Bericht über die Generalversammlung wird ein besonders paginirtes Heft bilden, welches in Form und Druck in Uebereinstimmung mit den Sitzungsberichten spätestens 3 Monate nach der Generalversammlung zur Ausgabe gelangt.

Die Drucklegung desselben erfolgt nach Genehmigung des Präsidenten durch die Schriftführer in Berlin.

§ 25.

Die für die Veröffentlichung in diesem Berichte bestimmten wissenschaftlichen Mittheilungen dürfen gleichfalls in der Regel den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten und müssen, soll ihre Aufnahme in dem Berichte erfolgen, spätestens einen Monat nach der Generalversammlung dem Präsidenten vollständig druckreif im Manuscript überreicht werden.

§ 26.

Die Protocolle über die Verhandlungen in der Generalversammlung führen die Schriftführer, eventuell der Secretär oder gewählte Protocollführer. Sie haben die Protocolle in druckreife Form zu bringen und das Manuscript derselben spätestens einen Monat nach der Generalversammlung dem Präsidenten einzusenden.

§ 27.

Die eingesandten Manuscripte dieser Protocolle, sowie die der wissenschaftlichen Mittheilungen werden von dem Präsidenten baldthunlichst, spätestens aber 8 Tage nach ihrem Eingange, mit seinem Visum versehen zum Druck an den ersten Schriftführer in Berlin eingeschickt.

III. **Abhandlungen.**

§ 28.

Je nach Bedürfniss und, wenn die Mittel nicht durch anderweitige wissenschaftliche Aufgaben und Unternehmungen in Anspruch genommen werden, sollen von der Gesellschaft auch grössere, werthvolle Abhandlungen ihrer Mitglieder oder anderer ihr nicht angehörigen Botaniker auf ihre Kosten gedruckt werden. Diese Abhandlungen erscheinen selbständig in gesonderter Ausgabe, in zwanglosen Heften in Gross-Quart.

Ueber den Druck jeder Abhandlung beschliesst der Berliner Vorstand gemeinsam mit der Redactions-Commission.

IV. **Separata.**

§ 29

Von allen Publicationen erhält der Autor auf Wunsch 25 Separata gratis. Nach Abkommen mit dem Verleger werden dieselben im Allgemeinen ohne besondere Pagination und ohne Umbrechen des Letternsatzes geliefert. Jedoch können die Autoren auf ihren Wunsch, wenn dies ausdrücklich auf dem Manuscript vermerkt ist, gegen Erstattung der Herstellungskosten eine grössere Anzahl von Sonderabdrücken und je nach ihrem Belieben dieselben auch umgebrochen und besonders paginirt erhalten.

D. Förderung wissenschaftlicher Unternehmungen,

(Statuten § 4, 2, 3).

§ 30.

Die Ernennung von Commissionen zur Berathung und Ausarbeitung wissenschaftlicher Aufgaben ist dem Ermessen des Vorstandes und Ausschusses anheimgegeben.

§ 31.

Die Commission für die Flora von Deutschland und die sonst gebildeten wissenschaftlichen Commissionen ordnen ihre Geschäftsführung selbständig.

Ihre Beschlüsse unterliegen, soweit sie Mittel der Gesellschaft in Anspruch nehmen, der Genehmigung durch den Vorstand und Ausschuss.

§ 32.

Die in § 4, 2. der Statuten erwähnte Anregung und Unterstützung von Untersuchungen kann von jedem einzelnen Mitgliede beim Vorstande beantragt werden. Ueber die Anträge entscheidet der Vorstand gemeinsam mit dem Ausschusse mit einfacher Majorität.

Sitzung vom 26. Januar 1883.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Der Vorsitzende eröffnet die erste wissenschaftliche Sitzung der deutschen botanischen Gesellschaft durch herzliche Begrüssungsworte an die Anwesenden.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Osmar Thüme, Oberlehrer in Dresden (durch Drude u. Ascherson).
Georg Schneider, Pharmaceut in Nauen (durch Eichler u. Ascherson).
Dr. **Robert Müncke** in Berlin (durch Frank u. Tschirch).
Hänsch, Optiker und Mechaniker in Berlin (durch Frank u. Tschirch).
Winter, Apotheker in Gerolstein (Rheinprss.) (durch Orth u. Wittmack).
O. v. Seemen, Rittmeister a. D. in Berlin (durch Magnus u. Schwendener).
Dr. **Conwentz**, Direktor des Westpreussischen Provinzialvereins in Danzig (durch Schwendener u. Kny).
Dr. **Albrecht Zimmermann** in Berlin (durch Schwendener u. Pringsheim).
Dr. **Alfred Fischer**, Privatdocent in Leipzig (durch Pringsheim und Schwendener).
Dr. **Winter** in Zürich-Hottingen (durch Frank u. Magnus).
Dr. **Moritz Staub**, in Budapest (durch F. Kurtz u. Ascherson).
Professor Dr. **Hegelmaier** in Tübingen (durch Schwendener und Pringsheim).

Als ausserordentliches Mitglied ist vorgeschlagen:

Herr **R. Erfurth**, Seminarlehrer und Hofcantor in Weimar (durch Wittmack u. Tschirch).

Liste der Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

(Geschlossen am 31. Januar 1881.)

☞ Berichtigungen fehlerhafter Adressen nimmt mit Dank entgegen,
Otto Müller, Schatzmeister.

Die ausserordentlichen Mitglieder sind mit * bezeichnet.

Ambronn, H., Dr. in Leipzig. Botanischer Garten.
Andrée, Ad., Apotheker in Münder a. Deister.
Arndt, C., Oberlehrer in Bützow i. M.

Artzt, A., Königl. Sächsischer Vermessungs-Ingenieur in Plauen i. Voigtl.
Ascherson, P., Professor Dr. in Berlin SW., Körnerstr. 8.

Bachmann, E., Dr., Realschul-Oberlehrer in Plauen i. Voigtl., Jägerstr. 10.
***Bachmann, Fr.**, Dr. in Berlin SW., Hallesches Ufer 25.
Bäumler, J. A., in Pressburg, Dürrmanthorgasse 26.
Beckmann, Apotheker in Bassum (Bremen).
Behrens, W. J., Dr. in Göttingen.
Beinling, E., Dr. in Karlsruhe i. Baden, Rüppurerstr. 20.
Benecke, Dr. in Basel, Freiestr. 69.
Berthold, G., Dr. in Göttingen.
Bey, de, Dr. in Aachen.
***Beyer, R.**, Realgymnasiallehrer in Berlin S., Louisen Ufer 1a.
Boeckeler, in Varel i. Oldenburg.
Boehm, Jos., Professor, Dr. in Wien, Josephstadt, Anitergasse 17.
Braungart, R., Prof., Dr. in Weihenstephan. Freising i. Bayern.
Buchenau, F., Professor, Dr., Director der Realschule in Bremen.
Burgerstein, A., Dr. in Wien, Höstgasse Nr. 15.
***Busch, A.**, Lehrer in Lieberose.
Buser, R., in Aarau. Graben 217.

Caspary, Rob., Prof., Dr. in Königsberg i. Pr.
Cohn, Ferd., Prof., Dr. in Breslau.
Conwentz, Dr., Director des Westpreuss. Provinzial-Museums in Danzig.
Cramer, C., Professor in Zürich, Stadelhofen, Adlerburg.

Dammer, Udo, Dr. in St. Petersburg. Botanischer Garten.
***Demmler, Ad.**, Handelsgärtnereibesitzer in Friedrichsfelde bei Berlin.
Detmer, W., Professor in Jena.
***Diercke**, Seminardirector in Stade.
Dreisch, Dr. in Poppelsdorf bei Bonn.
Droysen, K. Dr. in Geisenheim a. Rh.
Dufft, C. in Rudolstadt.

***Ebermayer, E.**, Prof., Dr. in München.
***Eggers, Ed.**, Verlagsbuchhändler in Berlin SW., Wilhelmstr. 122.
Eichler, A., W., Prof., Dr. in Berlin W., Wilmersdorfer Weg, Botanisches Museum.
Engler, Prof., Dr. in Kiel, Reventlow Allée 4.
Entleutner, A., F., Prof., Dr. in Weyarn bei Miesbach in Bayern, jetzt Meran, Villa Schnitzer.

***Felsmann, C.**, Dr., Arzt in Dittmannsdorf, Post Reussendorf, Schlesien.
Focke, W. O. Dr. in Bremen. Steinern. Kreuz 2a.
Frank, B. Prof., Dr. in Berlin N., Philippstr. 8.
***Frenzel, W.** in Bonn.

***Freschke, W**., Schlossgärtner in Lübbenau.
Freyn, J., in Prag, III, Karmelitergasse 21.

Garcke, Aug., Prof., Dr. in Berlin SW., Friedrichstr. 227.
***Geheeb, A.**, Apotheker in Geisa.
Goeppert, H., R. Prof., Dr. Geh. Medicinalrath und Director des botan. Gartens in Breslau.
***Goll W.**, Pfarrer in Bätzingen bei Eichstetten.
Griewank, Dr., Medicinalrath in Bützow i. M.
Gürke, M., cand., phil. in Görlitz, Moltkestr. 23. II.

Hanausek T., F., Prof., Dr. an der Landes Ober-Realschule in Krems an der Donau. Nieder-Oesterreich.
Hartwich, Apotheker in Tangermünde.
***Haskarl, J. K.**, Dr. in Cleve.
Hauck, F., in Triest, Via Rossetti 229.
***Hechel, Wilh.**, in Friedrichroda in Thüringen.
Heinricher, Em., Dr., Privatdocent in Graz.
Herpell, Gust. in St. Goar.
***Heyfelder, Herm.**, Verlagsbuchhändler in Berlin SW., Dessauerstr. 35.
***Hinrichsen, N.**, Gymnasiallehrer in Schleswig.
***Hoffmann, Ferd.**, stud. phil. in Charlottenburg, Kanalstr. 14.
Hoehnel, von, Dr. in Wien, Technikerstr. 13.
Hohenbühel-Hanfler, Baron Ludwig, zu Rasen-Altenzell bei Hall (Tirol).
Holzner, G., Prof., Dr. in Weihenstephan bei Freising in Bayern.
***Horn, Paul**, in Waren.
Huth, E., Dr. in Frankfurt a. Oder.

Jack, J. B., Apotheker in Constanz.
Jacobsthal, E., Professor in Charlottenburg bei Berlin, Marchstr. 5.
***Jaeger**, Hofgarteninspector in Eisenach.
Jentsch, Dr. in Grabow a. Oder.
Johow, Fr., Dr. in Bonn, Schloss Poppelsdorf.
Just, L., Prof., Dr. am Polytechnicum in Karlsruhe in Baden.

Karsch, Prof., Dr., Medicinalrath in Münster in Westfalen.
Kienitz-Gerloff, Dr. in Weilburg a. d. L.
***Kinzel, W.**, Pharmaceut in Frankfurt a. Oder.
Klebs, Georg, Dr. in Tübingen. Botanisches Institut.
Kny, L., Prof., Dr. in Berlin, W., Keithstr. 8.
Koch, L., Prof., Dr. in Heidelberg, Sophienstr. 9.
Koehne, E., Dr., Oberlehrer in Berlin W., Goebenstr. 31.
Kraus, Dr. in Triesdorf, Mittelfranken.
Krause, Ernst, H., L., Dr., Marine-Assistenz-Arzt II. Cl. in Kiel.
Krumbholtz, F., Apotheker in Potsdam.

***Lajos**, Richter in Budapest, Maria Valeria-Gasse 4.
Lakowitz, Dr. in Breslau, Botanischer Garten.
***Liebeherr, von**, General-Major a. D. in Havelberg.
* **Lucas, Carl**, Mittelschullehrer in Charlottenburg, Spreestrasse 24.
Ludwig, F., Dr. Gymnasial-Oberlehrer in Greiz, Leonhardsberg 1386.
Luerssen, Chr., Dr., Docent und Custos des Herbariums der Universität in Leipzig, Braustr. 6b.

Magnus, Paul, Prof., Dr. in Berlin W., Bellevuestr. 8.
Matz, Dr., Assistenz-Arzt im Garde Husaren Regiment in Potsdam. Burgstr. 29.
Melsheimer, Mariellus, Oberförster in Linz a. Rhein,
***Meyn**, Lithograph in Berlin S., Wasserthorstr. 46.
Mikosch, C., Prof., Dr. an der Staatsrealschule in Währing bei Wien.
***Milde, Paul**, Maler in Wohlau in Schlesien.
Minks, A., Dr. in Stettin, gr. Domstr. 21.
Molisch, Hans, Dr. in Wien IX., Türkenstr. 3.
***Möller, J., D.**, Praeparator für Mikroskopie in Wedel in Holstein.
Müller, Carl, cand. prob. in Berlin S., Jacobikirchstr. 9. III.
Müller, Herm., Dr., Oberlehrer in Lippstadt.
Müller, Otto, Verlagsbuchhändler in Berlin W., Wilhelmstr. 91.

***Naumann**, Dr. in Gera, Reuss j. L.
***Neumann, E.**, Dr., Gymnasiallehrer in Neu-Ruppin.
Nobbe, F., Professor, Dr. in Tharand.
Noeldecke, C., Ober-Appellations-Gerichts-Rath in Celle.

Orth, A., Professor, Dr. in Berlin W., Wilhelmstr. 43.

***Peck, F.**, Landgerichts-Präsident in Schweidnitz.
Pfeffer, W., Professor, Dr. in Tübingen.
Pfitzer, E., Professor, Dr. in Heidelberg.
***Polak, Karl**, in Prag, Wladislawgasse 21.
Potonié, H., Assistent am botanischen Garten in Berlin NW., Dorotheenstrasse 42.
Prantl, K., Professor, Dr. in Aschaffenburg.
Pringsheim, N., Professor, Dr. in Berlin W., Bendlerstr. 31.
Progel, Dr., Königlicher Bezirksarzt in Waldmünchen, Oberpfalz.

Radlkofer, L., Professor, Dr. in München, Sonnenstr. 7.
Reichardt, H. W., Professor, Dr. in Wien, Traungasse 4.
Reinke, Professor, Dr. in Göttingen.
Reinhardt, M. Otto, stud. in Berlin N., Schönhauser Allee 186.
***Rettig** in Krakau. Botanischer Garten.
Richter, Paul, Lehrer in Leipzig, Aeussere Hospitalstr. 6.

***Ritschl**, Rechtsanwalt in Stargardt i. Pommern.
Robel, E., Dr., Realgymnasial-Lehrer in Berlin S., Brandenburgstr. 28.
Roth, E., Hilfsarbeiter am Königlichen Botanischen Museum in Berlin W., Potsdamerstr. 113, Villa II.
***Russow, E.**, Professor, Dr. in Dorpat.
Ruthe, R., Kreisthierarzt in Swinemünde.

***Scharlok**, Apotheker in Graudenz.
***Schemmann, W.**, Fachlehrer in Annen i. Westfalen.
***Schmidt, J. A.**, Professor in Ham bei Hamburg.
Schmitz, F., Professor, Dr. in Bonn, Weberstr. 86.
Schneider, Pharmaceut in Nauen.
Schnetzler, J. B., Professor in Lausanne.
Schrader, Jul., Dr. in Berlin W., Matthäikirchstr. 21.
***Schütz, Herm.**, Lehrer in Lenzen a. d. Elbe.
Schulze, Max, Apotheker in Jena.
Schwarz, Frank, Dr., Assistent am Botanischen Institut in Tübingen.
Schwendener, S., Professor, Dr. in Berlin W., Matthäikirchstr. 28.
Seehaus, C. A., in Stettin, Grünhof I A.
Sennholz, G., in Bockenheim bei Frankfurt a. M., Schlossstr. 42.
Singer, Professor, Dr., Director des Botanischen Gartens und Redacteur der Flora in Regensburg.
Solms-Laubach, Graf zu, Professor in Göttingen.
Spieker, Th., Professor, Dr. in Potsdam.
Spiessen, Freiherr von, Königl. Oberförster in Usingen i. Nassau.
Stahl, Ernst, Professor, Dr. in Jena.
***Staritz, R.**, in Pulsnitz.
Steinbrinck, Dr., Gymnasiallehrer in Hamm i. Westfalen.
Steinvorth, H., Dr., Oberlehrer in Lüneburg.
Strasburger, Professor, Dr. in Bonn.
***Strauss, H. C.**, Gärtner am Botanischen Garten in Berlin W., Potsdamerstrasse. Botanischer Garten.
Sulzer, L., Dr., Arzt in Berlin W., Lützowstr. 88.

Tangl, Ed., Professor, Dr. in Czernowitz, Oesterreich.
Thomas, Fr., Professor und Oberlehrer an der Herzoglichen Realschule in Ohrdruf.
***Timm, C. T.**, in Altona, Adolfstr. 42.
Toepffer, Ad., in Brandenburg a. d. Havel.
Treichel, A., Rittergutsbesitzer in Hoch-Paleschken bei Alt-Kischau in Westpreussen.
Tschirch, A., Dr., Assistent am pflanzenphysiolog. Institut in Berlin N., Invalidenstr. 36.

***Uechtritz, R. von**, Professor, Dr. in Breslau, Klosterstr. 84.
Urban, J., Dr., Assistent am Botanischen Garten in Berlin W., Grunewaldstr. 19.

Vigener, A., Hof-Apotheker in Biebrich a. Rhein.
Vöchting, H., Professor, Dr. in Basel.
Volkens, Grg., Dr. in Berlin N., Friedrichstr. 133.

Wahnschaff, Th., Dr. in Hamburg, Rabenstr. 15.
Westermaier, M., Dr., Privatdocent, Assistent am Botanischen Institut in Berlin C. Botanisches Institut.
Wiesenthal, Paul, Fabrikant in Mühlhausen i. Thüringen.
Wiesner, Jul., Professor, Dr. in Wien IX, Türkenstr. 3.
Wilhelm, K., Dr., Privatdocent an der K. K. Hochschule für Bodencultur in Wien VIII, Reitergasse 17.
Willkomm, M., Dr., K. K. Universitäts-Professor in Smichow, Prag.
Winckler, Geheimer Kriegsrath a. D. in Berlin W., Schillstr. 17.
Wirthgen, Ferd., Apotheker in St. Johann a. d. Saar.
Wittmack, L., Professor, Dr. in Berlin N., Invalidenstr. 42.
Wuensche, Otto, Dr. in Zwickau i. Sachsen.
Wunschmann, Dr., Gymnasiallehrer in Berlin N., Templinerstr. 10.

Zabel, H., Gartenmeister in Hann. Münden.
Zacharias, E., Professor, Dr. in Strassburg i. Elsass.
Zeiss, Professor in Landshut i. Bayern.
Zimmermann, O. E. R., Dr., Oberlehrer an der Realschule in Chemnitz.

Mittheilungen.

B. Frank: Ueber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten.

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 11. Januar 1883.

---

1. Fusicladium tremulae n. sp.

Eine bis jetzt noch nicht bekannte Krankheit der Zitterpappel (*Populus tremula*) beobachtete ich in der Nähe Berlins in einem alten Kiefernbestande, in welchem Zitterpappel als Unterholz steht. Im Frühlinge, nach vollständiger Belaubung, erschienen beinahe an allen Pflanzen die Blätter in mehr oder weniger grosser Anzahl, besonders die jüngeren gegen die Spitzen der Triebe zu stehenden, verdorben, ungefähr so wie nach einem Spätfroste: schwarz oder dunkelbraun oder grau, faltig zusammengeschrumpft, vertrocknet, und zwar theils total, theils nur stückweise, besonders von der Spitze oder auch wohl vom Rande aus. Die Triebe verlieren dadurch viele Blätter, manche sterben auch von den Spitzen herein, andere total ab. Die Pflanzen machten dann im Sommer vielfach einen zweiten Trieb, an welchem Anfang August dieselbe Erkrankung sich wiederum einstellte.

Die Ursache ist ein, soviel mir bekannt, noch nicht beschriebener Pilz. Sein Mycelium durchwuchert reichlich das ganze Mesophyll der erkrankten Blattstelle und tödtet rasch die ergriffenen Gewebepartien. Von den Mycelhyphen aus dringen Zweige vorwiegend rechtwinklig zur Blattfläche gerichtet in die Epidermis, meist einer dicht am anderen, und bilden in der letzteren durch festes Aneinanderlegen und Verflechten eine fast pseudoparenchymatische Schicht, durch welche die Epidermisstructur völlig verschwindet. Von derselben aus richten sich zahlreiche kurze, einfache Basidien nach aussen und schnüren an ihrer Spitze eine braune spindelförmige dreizellige Conidie ab. Diese Sporenbildung ist nicht auf bestimmt begrenzte Punkte lokalisirt, sondern erstreckt sich mehr oder weniger zusammenhängend über die ganze Oberfläche der befallenen Blattstelle. Der Pilz gehört hiernach in die Formgattung *Fusicladium*. Durch das Conidienlager, welches sowohl aus der Oberseite, wie aus der Unterseite des Blattes hervorbricht, erhält die kranke Stelle einen bräunlich-olivengrünen Ueberzug, von welchem man mittelst eines feuchten Pinsels Massen von Conidien abwischen kann.

Die Conidien keimen auf Wassertropfen leicht in 1—2 Tagen, indem gewöhnlich eine oder beide Endzellen, seltener die mittlere Zelle einen farblosen langen, fadenförmigen Keimschlauch treiben, an welchem nichts besonderes zu bemerken ist. Eine andere Beschaffenheit zeigt der Keimschlauch, wenn die Keimung auf der Oberfläche gesunder Zitterpappelblätter stattfindet. Hier erreicht er durchschnittlich geringere Länge und bildet an seinem Ende, vorwiegend gerade über der Grenzwand zweier Epidermiszellen, eine Anschwellung, welche mit flacher Basis der Cuticula dicht aufliegt. Am äussersten Ende der Anschwellung kann der Keimschlauch weiter wachsen, um nach abermaligem kurzen Verlauf dieselbe Bildung anzunehmen, was mehrmals sich wiederholen kann. Keimschlauch und Anschwellungen bleiben farblos, bei einzelnen Sporen bräunen sich beide nach einigen Tagen, ähnlich wie die Spore. Ausnahmslos befindet sich an der der Cuticula anliegenden Basalfläche jeder Anschwellung ein deutlicher Porus, bei den über einer Scheidewand angelegten Anschwellungen zwei Poren, je einer über jeder Zelle. Es sind die Punkte des Eindringens des Pilzes, indem von dort aus ein in die Epidermiszelle sich bohrender und dort sich vergrössernder Schlauch getrieben wird. Die Anschwellungen der Keimschläuche sind hiernach Organe, von bestimmter Function, welche offenbar das Eindringen des Parasiten vorbereiten und auch nur auf der Nährpflanze gebildet zu werden scheinen. Sie mögen daher als Appressorien oder Haftorgane bezeichnet werden.

Die Krankheit wird hiernach durch die sehr leicht keimenden und in grossen Massen sich bildenden Conidien von Blatt zu Blatt übertragen, und das junge noch nicht erhärtete Blatt ist am meisten der Infection ausgesetzt. Da man am Frühjahrslaube neben völlig verdorbenen Blättern alle Stadien beginnender Erkrankung beobachtet, und der Pilz auch am zweiten Triebe wieder erscheint, so wird er sicher mehrere Generationen in einem Sommer zu bilden vermögen. Ob er ausser dem Conidienzustand noch andere Fructifikationen erzeugen kann, bleibt dahin gestellt. Die auf den Blättern entstandenen Conidien können nur zur Vermehrung des Pilzes in demselben Sommer dienen; denn trocken aufbewahrte sind schon Anfang Januar nicht mehr keimfähig und augenscheinlich todt. Das Wiedererscheinen des Pilzes im Frühlinge dürfte aber durch meine Beobachtung erklärlich werden, dass derselbe ausser auf den Blättern auch auf den diesjährigen Zweigen sich ansiedeln und Conidienlager bilden kann, besonders in der Nähe der Blattbasis, von wo aus also Conidien leicht nach der Knospe und dem daraus erwachsenden neuen Triebe gelangen könnten.

2. Gloeosporium Lindemuthianum Sacc. & Magnus.

Gegenwärtig ist auf den Gartenbohnen (*Phaseolus vulgaris*), und zwar auf Stockbohnen wie Stangenbohnen, eine Epidemie ausgebrochen, welche als eine Fleckenkrankheit auf den unreifen grünen Bohnen auftritt und diesem wichtigen Gartenproduct, besonders im letzten Jahre viel geschadet hat. Der Parasit, welcher diese Krankheit verursacht, wurde zuerst von Lindemuth in Poppelsdorf 1875 beobachtet und von Saccardo (Michelia I, 1878, pag. 129) mit obigem Namen belegt. Es mag hier nicht näher eingegangen werden auf statistische Notizen über die allmälige Ausbreitung der Krankheit, welche erst im Jahre 1882 gleichzeitig in verschiedenen Gegenden in sehr empfindlicher Weise zum Ausbruch gekommen ist. In demselben Sommer sind auch die Untersuchungen angestellt worden, deren wesentliche Resultate folgende sind.

Die Krankheit zeigt sich an den unreifen grünen Bohnenfrüchten von etwa halbwüchsiger bis zu erwachsener Grösse, und zwar in Form brauner eingesunkener, von einem etwas wulstigen Rande begrenzter Flecken, die oft als kleine braune Pünktchen beginnen und bis zu 1 *cm* Durchmesser und darüber sich vergrössern, wobei sie meist ungefähr kreisförmigen Umriss behalten oder auch ausgezackte Ränder bekommen. Das Absterben und die Bräunung des Gewebes geht sehr häufig durch die ganze Fruchtwand hindurch, und wenn sie gerade auf einen Samen trifft, wird auch dieser auf der Schale gebräunt, und wenn er noch jung und unausgebildet ist, gänzlich zerstört. In feuchter Umgebung, also bei Regen, an versteckt oder unmittelbar auf dem Boden hängenden Bohnen etc. wird die Fäulniss der getödteten Flecken befördert. Die Bohnen werden dadurch unansehnlich, unbrauchbar oder gänzlich verdorben.

In der Epidermis der kranken Stellen wuchern, indem sie die Höhlen sämmtlicher Zellen erfüllen und quer durch die Seitenwände von einer Zelle zur andern dringen, regellos geschlängelte, dicke, durch zahlreiche Querwände in kurze Zellen gegliederte, farblose oder braune Myceliumfäden. Von ihnen aus dringen vielfach Zweige in vorwiegend radialer Richtung in das darunter liegende Gewebe, hier ebenfalls Lumen und Membranen der Zellen quer durchsetzend. Soweit das Mycelium reicht, erfolgt Bräunung des Gewebes; dabei sieht man die vom Mycelium soeben erst befallenen Partien noch farblos und lebendig; die Erkrankung ist das Secundäre. Schon frühzeitig, noch bevor der Pilz eine völlige Zerstörung des Gewebes hervorgerufen, werden in der Epidermis an vielen isolirten Punkten die Gloeosporiumfrüchte angelegt. Sie erscheinen dem blossen Auge als zahlreiche, sehr dicht stehende schwärzliche Pünktchen, oder, wenn Sporentröpfchen aus ihnen entleert werden, als ebensolche lichtgraue Pustelchen. Letztere sind Häufchen in Schleim gehüllter zahlloser Sporen, welche sehr leicht durch hinzutretendes Wasser fortgeführt und verbreitet werden. Jede Frucht ist ein kleines conidientragendes Stroma, welches in der Epidermis sitzt und von der Cuticula bis zur Reife bedeckt bleibt; dann reisst die letztere über dem Stroma unregelmässig auf und die Sporenmassen quellen hervor. Das Stroma entsteht, indem an der betreffenden Stelle die Myceliumfäden in den Epidermiszellen sich vermehren und inniger sich verflechten zu einem pseudoparenchymatischen Lager, welches die Grenzen der Epidermiszellen meist nicht mehr deutlich hervortreten lässt. Die nach oben liegenden Zellen dieses Lagers wachsen dann in der Richtung nach aussen in kurz cylindrische dicht beisammen stehende Basidien aus, auf deren Spitzen dann unmittelbar die Bildung und Abschnürung je einer Spore beginnt. Dadurch und durch die Schleimabsonderung des Stroma wird die Cuticula, welche dabei sehr resistent bleibt, wie eine Decke gehoben, um später zerrissen zu werden. Die Sporen sind länglich cylindrisch, mit stumpfen Enden, einzellig, farblos. Sie sind sofort nach der Entleerung keimfähig und keimen schon nach 24 Stunden bei gewöhnlicher Sommertemperatur auf jeder feuchten Unterlage. Doch ist auch hier die Keimung auf der Nährpflanze wesentlich anders als auf feuchter Glasplatte. Sporen, welche auf der Oberfläche einer lebenden Bohnenfrucht keimen, treiben aus der Mitte oder nahe dem Ende eine seitliche Aussackung, welche meist unmittelbar, seltener, nachdem sie ein kleines, fadenförmiges Stück gewachsen ist, sich zu einer rundlichen Anschwellung vergrössert, welche die Dicke der Spore erreicht oder übertrifft, und zwar im ersten Moment farblos ist, aber sehr rasch, sobald der gesammte Sporeninhalt in sie eingewandert ist, eine dickere, dunkelviolette Membran bekommt. Ihre meist unregelmässig runde oder etwas eckige Gestalt rührt daher, dass sie sich immer der Unterlage (der Oberfläche der Bohnenepidermis) innig anpresst.

In Wassertropfen auf Glasplatten dagegen treiben die Sporen in der Regel sehr lange dünne Keimschläuche, welche meist nichts besonderes zeigen, oder sie entwickeln sogleich eine secundäre Spore oder Sporidie, eine regelmässige längliche und farblose, allen Sporeninhalt aufnehmende Zelle, die dann wieder unter Keimschlauchbildung keimfähig ist. Selten bildet sich hier am Ende eines Keimschlauches und dann stets der Glassplatte angepresst, eine kleine rundliche, dunkelviolette Anschwellung wie auf der Nährpflanze. Es erhellt, dass wir in diesen dunkelhäutigen Anschwellungen wieder dasselbe Organ von besonderer Function, von welchem oben die Rede war, ein Appressorium, vor uns haben. Von ihm aus erfolgt auch das Eindringen des Pilzes in die Bohne: an seiner der Cuticula anliegenden Seite treibt es einen farblosen Fortsatz, welcher sogleich durch die Aussenwand der Epidermiszelle in das Innere der letzteren sich einbohrt, wo er alsbald in darmartigen Windungen entweder das Lumen ausfüllt oder auch schnell weiter in benachbarte Epidermiszellen oder darunter liegende Zellen vordringt. Auf diese Weise bildet sich sofort wieder das Mycelium, und sehr bald werden an diesem wieder Gloeosporiumfrüchte entwickelt. Bei Infectionen, die am 30. August gemacht waren, erhielt ich an dem neu entstandenen Pilze bereits am 4. September die ersten Früchte mit Sporenabschnürung.

Dass die in Rede stehende Krankheit durch den Parasiten verursacht ist, zeigt sich bei den Infectionsversuchen in überzeugender Weise. Jede beliebige Stelle einer lebenden Bohne, welche mit etwas Wasser, in welchem Sporen des Gloeosporium vertheilt worden sind, bestrichen wird, erkrankt fast unfehlbar; schon nach 24 Stunden kann man den ersten Beginn der Bräunung der Epidermis an vereinzelten Punkten der inficirten Stellen bemerken, und oft sich überzeugen, dass das Stellen sind, wo sich Appressorien angesetzt und Schläuche in die Epidermiszellen getrieben haben. In den nächsten Tagen nimmt die Bräunung grössere Ausdehnung an und bald sind die Stellen gleichmässig braun, weich faulig, bis mehr oder weniger tief ins Innere der Frucht, die Oberfläche der kranken Stelle ist mit Früchten übersäet, welche bereits wieder ihre Sporen massenhaft ausstossen. Die leichte Verbreitbarkeit und Gefährlichkeit der Krankheit ist damit hinreichend gekennzeichnet.

Bei der grossen Anzahl auf verschiedenen Nährpflanzen vorkommender Gloeosporium-Formen bedürfte die Frage einer Prüfung, ob dieselben auf andere Nährpflanzen übergehen können und unser Pilz vielleicht noch andere Nährpflanzen hat. Gleichzeitig mit den oben erwähnten Infectionsversuchen wurden auch solche auf Gurken angestellt; es trat hier zwar Keimung und reichlich Bildung von Appressorien aber kein Eindringen und keine Spur von Erkrankung ein. Von anderen Gloeosporium-Formen stand mir lebendes Material von G. Castagneï Mont. auf Blättern der *Populus alba* zur Verfügung. Sporen dieses Pilzes, die sich auf den Blättern der Silberpappel sehr infectionskräftig erwiesen, brachten auf grüne Bohnenfrüchte ausgesäet keine Erkrankung hervor. Hiernach scheinen auch die Gloeosporiumformen selbstständige Arten zu sein, die ihre eigenen Nährpflanzen haben und durch ihre Sporen sich fortpflanzen und vermehren und dadurch die von ihnen veranlassten Krankheiten verbreiten. Vermuthlich haben diese Pilze noch eine oder mehrere andere Fruchtformen, nach denen noch gesucht werden muss. Für den Bohnenpilz kann ich dies bereits jetzt bestätigen und werde die darüber noch weiter anzustellenden Versuche bei anderer Gelegenheit mittheilen.

Die Bohnenpflanze scheint nur in ihren Früchten für den Parasiten empfänglich zu sein. Infection mit frischen Sporen an jungen so wie etwas älteren Blättern und Internodien brachte nicht die mindeste Erkrankung an diesen Theilen hervor. Junge, etwa halbwüchsige Bohnenfrüchte werden ungleich stärker von dem Pilze ergriffen als ältere. Auch die Bohnensorten zeigten sich bis jetzt noch ungleich empfänglich, worüber Details später gegeben werden sollen. Bezüglich der Versuche, durch welche Mittel der Pilz bekämpft werden kann, fand ich, dass das Schwefeln die Zahl der Ansteckungsfälle sehr vermindert, aber doch keine Sicherheit gegen die Krankheit gewährt; auch hierbei sind junge Bohnen am wenigsten geschützt.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

2. Otto Müller: Das Gesetz der Zelltheilungsfolge von Melosira (Orthosira) arenaria Moore.

Eingegangen am 17. Januar 1883.

Das Gesetz der Zweitheilung wird für die vegetative Vermehrung der Bacillariaceen als Thatsache hingenommen, ohne dass sich diese Annahme, soviel mir bekannt ist, auf dahin abzielende Untersuchungen stützt. Man stellt sich demgemäss den Aufbau eines Fadens im Allgemeinen nach dem Schema erfolgend vor, welches E. Pfitzer in seiner grundlegenden Arbeit[1]) aufgestellt hat. Dieses Schema setzt nicht sowohl eine regelmässige Zweitheilung voraus, sondern, was hier wesentlich in Betracht kommt, es fordert für den Theilungsakt der einzelnen Zellen einer jeden Generation auch die Coincidenz des Beginns und gleiche Zeitdauer.

Für verschiedene fadenbildende Arten, namentlich der Gattung Melosira, besteht dieses Gesetz sehr wahrscheinlich zu Recht, unzweifelhaft aber ist es nicht von allgemeiner Geltung. Damit sollen nicht die zufälligen Unregelmässigkeiten verstanden sein, welche ein Faden durch verfrühte, verzögerte oder gänzlich unterbleibende Theilung einzelner Zellen nothwendig aufweisen muss, sondern diejenigen tief eingreifenden Modificationen, welche durch regelmässige Verzögerung der Theilung morphologisch bestimmter Individuen hervorgebracht werden.

Die Untersuchung eines Zellfadens auf die zeitige Aufeinanderfolge seiner Componenten wird nur dann Aussicht auf Erfolg bieten, wenn besondere anatomische Merkmale und die Gruppirung der Zellen mit der Entwicklungsgeschichte unmittelbar in Zusammenhang gebracht werden können. Diese Voraussetzung scheint nur in sehr seltenen Fällen erfüllt und es wird daher der Nachweis, welchem Gesetze eine gegebene Art thatsächlich folgt, meistens überhaupt nicht zu führen sein.

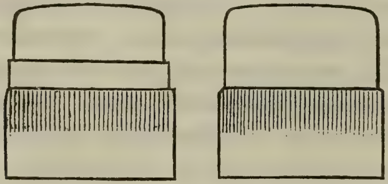
Das Vorhandensein wesentlicher Abweichungen von dem Gesetze der Zweitheilung drängte sich mir zuerst bei Gelegenheit meiner Untersuchungen über die Gattung *Terpsinoë*[2]) auf. Es gelang hier Drillingsbildungen nachzuweisen, deren freie Anfangs- und Endschalen mit absoluter Sicherheit ihre Abstammung von einem Zwillinge erkennen liessen, dessen eine Zelle sich nicht wieder getheilt hat; die grosse Häufigkeit derselben schloss die Zufälligkeit der Erscheinung von vorn herein aus. Dieser Befund veranlasste mich zu weiteren Nachforschungen an fadenbildenden Arten; aber erst die genauere Untersuchung der eigenthümlichen anatomischen Verhältnisse von *Melosira arenaria* ergab genügende Anhaltspunkte um die Entwickelungsgeschichte des Fadens klar zu legen.

---

[1]) Bau und Entwickelung der Bacillariaceen, Bonn 1871. p. 100 ff. und Tafel 6, Fig. 4. Derselbe: Die Bacillariaceen, in Schenk's Handbuch der Botanik, Breslau 1882, Bd. II. p. 431 ff.

[2]) Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin 1881, p. 3 ff.

Die Schale von *Melosira arenaria* ist ein kurzer, nach aussen durch eine wenig gewölbte Fläche geschlossener Hohlcylinder mit verhältnissmässig sehr starker Wandung, dessen Querschnitt (Schalenseite der Zelle) kreisrund, dessen Mantel (Gürtelbandseite der Zelle) sich aber an den Zellen desselben Fadens verschieden gestaltet. Bei der Hälfte aller Schalen besteht er aus zwei übereinander liegenden Rechtecken, deren oberes im Breitendurchmesser etwas kleiner, im Höhendurchmesser etwas grösser ist als das untere; die seitliche Schalencontour ist daher zweimal gebrochen. Bei der anderen Hälfte dagegen ist er ein einfaches Rechteck. Dieser Unterschied wird dadurch verursacht, dass bei dem einen Theile der Schalen die Partie des Randes dem das Gürtelband anhaftet, verdickt ist. Die Verdickungszone schneidet in etwa $^1/_3$ der Höhe des Cylindermantels mit einer scharfen Grenzlinie ab, sie bildet das breitere und niedrigere Rechteck; bei dem anderen Theile der Schalen ist eine solche Randverdickung nicht zu bemerken.



Von den weiteren anatomischen Eigenthümlichkeiten erwähne ich in dieser Mittheilung nur noch die Differenz, welche zwischen der Skulptur der Schale und des Gürtelbandes besteht und welche es mittels der am bezeichneten Orte näher beschriebenen Methode ermöglicht, zu entscheiden, ob eine Schale frei oder ob sie von Gürtelbandmembran bedeckt ist. Der Cylindermantel der Schalen lässt deutliche polygonale Zeichnungen erkennen, das Gürtelband dagegen besitzt zarte Falten in Form parallel gestellter Längsstreifen, welche vom Anheftungsrande bis etwa zur Mitte der Gürtelbandfläche sich hinziehen, den freien Gürtelbandrand also nicht erreichen. Auf die feineren Structurverhältnisse gehe ich hier nicht weiter ein.

Der Nachweis dieser längs verlaufenden Falten über der relativ groben polygonalen Zeichnung der Schalen führt zur sicheren Erkennung der Ueberlagerung des Gürtelbandes. Die Richtung der Längsstreifen, von der Naht zum freien Rande des Gürtelbandes, ist für die Lage dieses meist unsichtbaren Randes entscheidend. Die mühsame und schwierige Absuchung der Oberfläche jeder einzelnen Zelle des Fadens, führt zur Bestimmung der freien, d. h. nicht von Gürtelbandmembran bedeckten, sowie der umschlossenen Schalen und ihrer Aufeinanderfolge, damit aber zur Gruppirung der Zellen im Faden.

Im Folgenden sei die freie Schale mit f, die umschlossene mit u bezeichnet. Diejenigen Schalen mit verdickter Randpartie, auf deren cylindrischer Seitenwand in der Gürtelbandansicht der Zelle daher eine dem Rande parallele Linie markirt ist, sollen das Zeichen —, die anderen, bei denen jene Verdickung der Membran fehlt, das Zeichen o erhalten. $\underset{-}{f}$ bedeutet daher eine freie Schale mit marginaler Verdickung, $\underset{\circ}{f}$ eine solche ohne dieselbe, (entsprechend $\underset{-}{u}$ und $\underset{\circ}{u}$). Die Formel *fuuf* bezeichnet einen Zwilling = Z, die Formel *fufuuf* einen Drilling = D, dessen Drillingszelle nach links, *fuufuf* einen solchen, dessen Drillingszelle nach rechts ausgeschoben ist, links und rechts natürlich nur in Bezug auf die Stellung des Beobachters. Unter Drillingszelle = d, soll diejenige Zelle verstanden sein, welche aus dem Mutterzwilling ungetheilt in den Drilling überging.

Die Beobachtung ergab zunächst, dass jeder Faden von *Melosira arenaria* aus einer Anzahl zu Drillings- und Zwillingsgruppen geordneten Zellen besteht. Die Begrenzung der Drillinge durch je ein f am Anfang und Ende kennzeichnet die Drillingszelle als eine unverändert gebliebene Zelle des Mutterzwillings und beweist, dass von den beiden Töchtern der anderen Zelle des Mutterzwillings die Mittelzelle des späteren Drillings, mag nun die grössere oder kleinere Zelle des Mutterzwillings wieder zur Mutter geworden sein, unter allen Umständen die kleinere Tochterzelle ist. Da nun das f der kleineren Tochterzelle nothwendig und in allen Fällen vor der Theilung als u der Mutterzelle, das f der grösseren Tochterzelle dagegen als f der Mutterzelle bestanden hat, so ist die Construction der Stammzelle des als Theil eines Drillings sich darstellenden Zwillings, Drillings-Zwillings = (Z), sicher und einfach abzuleiten. Ein Drilling z. B. von der Form $\underset{-}{f}\underset{\circ}{u}\underset{-}{f}\underset{\circ}{u}\underset{-}{u}\underset{-}{f}$ muss einem Mutterzwillinge von der Form $\underset{-}{f}\underset{\circ}{u}\underset{-}{u}\underset{-}{f}$ seine Entstehung verdanken, eine andere Lösung ist nicht möglich.

Die Schwierigkeiten, den vorangegangenen Zustand des Fadens, zunächst die n—1te Theilungsperiode richtig zu erkennen, liegen in den Zwillingsgruppen. Es ist offenbar ein sehr wesentlicher Unterschied, ob die Mutterzelle in dem Faden die Stellung *fu* oder *uf* hatte, da hiervon allein die weitere Gruppirung der Zellen abhängt. Gelingt es nicht Merkmale zu finden, welche mit Sicherheit die grössere von der kleineren Tochterzelle im Zwillinge unterscheiden lehren, dann ist die Lösung der Aufgabe undenkbar, leider trifft dies für die meisten Arten zu. Unsere Species bietet aber eine so seltene Gunst der Verhältnisse, dass der Beweis geführt werden kann: diejenige Zelle im Zwilling, deren *u* das Zeichen ○ trägt, weist sich dadurch als kleinere Tochterzelle der Spezialmutterzelle aus.

Diesen Beweis muss ich einer grösseren Publikation, welche in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik von N. Pringsheim demnächst erfolgen soll, vorbehalten, er setzt weitgehende Betrachtungen über die Gruppirung der Zeichen — und ○ und deren Beziehungen zu den Elementen *f* und *u* voraus. Ich will hier lediglich die Thatsache constatiren, dass die beiden zusammenliegenden *u* jedes Zwillings ungleiche Zeichen besitzen, eins —, das andere ○, und dass letzteres der kleineren Tochter angehört.

Hieraus aber ergiebt sich die weitere Folgerung, dass

$$\begin{tikzcd}[column sep=tiny]
\text{Mutterzellen von der Form} & \underset{-}{f} \arrow[d, dash] & \underset{-}{u} \arrow[drr, dash] & & & ; & \underset{\circ}{f} \arrow[d, dash] & \underset{\circ}{u} \arrow[drr, dash] & & & ; & \underset{-}{f} \arrow[d, dash] & \underset{\circ}{u} \arrow[drr, dash] & & & ; & \underset{\circ}{f} \arrow[d, dash] & \underset{-}{u} \arrow[drr, dash] & & & ; \\
\text{Zwillinge von der Form} & \underset{-}{f} & \underset{-}{u} & \underset{\circ}{u} & \underset{-}{f} & ; & \underset{\circ}{f} & \underset{-}{u} & \underset{\circ}{u} & \underset{\circ}{f} & ; & \underset{-}{f} & \underset{-}{u} & \underset{\circ}{u} & \underset{\circ}{f} & ; & \underset{\circ}{f} & \underset{-}{u} & \underset{\circ}{u} & \underset{-}{f} & ;
\end{tikzcd}$$

bilden müssen, welche Formeln auch rückwärts gelesen gelten. Grössere Tochterzellen können daher nur in den Formen $\underset{-}{f}\underset{-}{u}$ oder $\underset{\circ}{f}\underset{-}{u}$ erscheinen und kleinere Tochterzellen allein von der Form $\underset{-}{f}\underset{\circ}{u}$ erzeugen; kleinere Tochterzellen besitzen nur die Formen $\underset{-}{f}\underset{\circ}{u}$ oder $\underset{\circ}{f}\underset{\circ}{u}$ und erzeugen kleinere Tochterzellen allein von der Form $\underset{\circ}{f}\underset{\circ}{u}$, bezw. umgekehrt.

Damit sind alle Bedingungen erfüllt, die Entwicklungsgeschichte eines beliebigen Fadens oder Fadenstücks abzuleiten. Man findet die Stammzelle des Zwillings, wenn man die beiden jüngst gebildeten *u* ausschaltet und das *f* der kleineren Tochterzelle mit seinem Zeichen, dem *f* der grösseren Tochterzelle als zugehöriges *u* anfügt. Beim Drilling tritt hierzu die unveränderte Drillingszelle und der so gewonnene Mutterzwilling wird dann, wie oben gezeigt, auf die Stammzelle zurückgeführt.

$$\begin{tikzcd}[column sep=tiny]
\text{Der Drilling} & \underset{\circ}{f} \arrow[d, dash] & \underset{-}{u} & \underset{\circ}{u} & \underset{-}{f} \arrow[dll, dash] & \underset{\circ}{u} \arrow[d, dash] & \underset{\circ}{f} \arrow[d, dash] & \text{entstand aus} \\
\text{dem Mutterzwillinge} & \underset{\circ}{f} \arrow[d, dash] & \underset{-}{u} & & & \underset{\circ}{u} & \underset{\circ}{f} \arrow[dlllll, dash] & \text{und dieser aus} \\
\text{der Stammzelle} & \underset{\circ}{f} & \underset{\circ}{u}. & & & & &
\end{tikzcd}$$

Die Anwendung des Vorstehenden zur Ermittelung des Stammbaumes vielgliedriger Fäden führt nunmehr auf das folgende Entwickelungsgesetz:

Die grössere Tochterzelle der nten theilt sich in der folgenden Theilungsperiode, (n + 1ten), die kleinere Tochterzelle dagegen regelmässig erst in der zweitfolgenden, (n + 2ten) Theilungsperiode.

Dieses Gesetz lässt die kleinere Tochterzelle unverändert in die n + 1te Theilungsperiode übergehen und in derselben zu einer Drillingszelle werden, indem sie dem neuen Theilungsproduct der grösseren Tochterzelle, einem Zwilling (Z) vor oder nachgeschoben wird. In der n + 2ten Theilung wird sie dann wieder Mutter und bildet einen einfachen Zwilling. Alle Zwillinge der nten Theilung, die einfachen sowohl wie die Drillingszwillinge, Z + (Z), müssen mithin in der n + 1ten Periode je einen Drilling, jede Drillingszelle aber, als unveränderte kleinere Tochterzelle aus der n − 1ten Periode, ausserdem einen einfachen Zwilling bilden.

Die n + 1te Periode enthält demnach soviel einfache Zwillinge als die nte Drillinge, und soviel Drillinge als die nte einfache Zwillinge + Drillinge. Zellenzahl in toto, Gruppirung der Glieder, Zuwachs, regeln sich sämmtlich nach Massgabe der bekannten recurrenten Reihe:

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ...

Der Faden besteht:

nach Theilung	aus Zellen	aus Zwillingen	und aus Drillingen
1	2	1	—
2	3	—	1
3	5	1	1
4	8	1	2
5	13	2	3
6	21	3	5
7	34	5	8
8	55	8	13

u. s. f.

Dieses Gesetz greift auf's tiefste in die Entwickelung der Bacillarien ein; es wirkt als ein überaus mächtiges Hemmniss der Verzwergung der Zelle entgegen und verhindert wahrscheinlich die zu häufige Wiederkehr der Auxosporenbildung. Es schien mir daher wünschenswerth, die aus demselben zu ziehenden Folgerungen einer mehr mathematischen Behandlung zu unterwerfen; auch aus diesem Theile der Arbeit kann ich hier nur einige der wesentlichen Ergebnisse mittheilen.

Bezeichne im Folgenden a die Zahl der einfachen Zwillinge, b die der Drillinge der **n ten** Theilungsperiode.

Vorausgesetzt, dass die Urmutterzelle die Form $\underline{f}\underline{u}$ besessen habe, kommt der Hälfte aller Schalen + 1, also (2a + 3b) + 1, das Zeichen —, (2a + 3b) − 1 dagegen das Zeichen o zu, diese Zeichen vertheilen sich auf *f* und *u* in ungleicher Weise.

Der Faden enthält an Elementen:

	$\underset{-}{f}$	$\underset{\circ}{f}$	$\underset{-}{u}$	$\underset{\circ}{u}$	
nte Periode . .	$(a+2b)+1$;	$(a+b)-1$;	$a+b$;	$a+2b$;	$= 4a+6b$.
Zuwachs . . .	$a+b$	b	b	$a+b$;	$= 2a+4b$.
n + 1te Periode	$(2a+3b)+1$;	$(a+2b)-1$;	$a+2b$;	$2a+3b$;	$= 6a+10b$.

Diese Elemente treten zu Zellen zusammen und bilden

in der nten Periode	$\underset{--}{fu}$	$\underset{\circ\circ}{fu}$	$\underset{-\circ}{fu}$	$\underset{\circ-}{fu}$ bezw. umgekehrt.	
in den einfach. Zwillingen .	$b-a$;	a;	0;	$2a-b$;	$= 2a$.
in den Drillings-Zwillingen .	$a+1$;	0;	b;	$(b-a)-1$;	$= 2b$.
in den Drillingszellen . . .	0;	$b-a$;	a;	0;	$= b$.
	$b+1$;	b;	$a+b$;	$a-1$;	$= 2a+3b$.

in der n + 1ten Periode	$\underset{--}{fu}$	$\underset{\circ\circ}{fu}$	$\underset{-\circ}{fu}$	$\underset{\circ-}{fu}$ bezw. umgekehrt.	
in den einf. Zwillingen . .	a;	b;	0;	$b-a$;	$= 2b$.
in den Drillings-Zwillingen .	$b+1$;	0;	$a+b$;	$a-1$;	$= 2a+2b$.
in den Drillingszellen . . .	0;	a;	b;	0;	$= a+b$.
	$(a+b)+1$;	$a+b$;	$a+2b$;	$b-1$;	$= 3a+5b$.

Vorstehende Werthe sind durch organische Ableitung gewonnen und stimmen mit den durch Construction gefundenen überein. Ohne näheres Eingehen auf die Ableitungen könnten sie indess leicht zu irrthümlichen Auffassungen führen. Die Verschiebungen und Formveränderungen, welche beim Uebergange aus der n − 1ten in die nte und die n + 1te etc. Periode thatsächlich stattfinden, habe ich durch die graphische Darstellung auf der beigegebenen Tafel I. zu erläutern versucht.

Den verwickelten Aufbau des Fadens aus seinen Elementen $\underset{-}{f}$, $\underset{\circ}{f}$, $\underset{-}{u}$, $\underset{\circ}{u}$, gelingt es durch Bildung von Gruppen niederer und höherer Ordnungen anschaulich zu machen. Aus den hierauf bezüglichen Untersuchungen theile ich nur die folgende Formel mit, worin gleiche Buchstaben und Ziffern homologe Gruppen bezeichnen und das Vorzeichen −, lediglich auf die umgekehrte Folge der Elemente der mit dem Vorzeichen + versehenen Gruppen, bei Ablesung der Fadenformel von links nach rechts, deutet.

$$\begin{array}{c|c|c|c|c|} +1 & +A-1 & +B-1 & +4-A-1 & +4-B+1-A-1 \end{array}$$

4te 7te 8te 9te 10te

$$\begin{array}{c|} +4+A-4+1-B+1-A-1 \end{array}$$

11te

$$\begin{array}{c|} +4+A-1+B-4+1+A-4+1-B+1-A-1 \end{array}$$

12te Theilung

In dieser Formel lassen sich leicht kleinere charakteristische Untergruppen bilden und durch Zusammenfassen grösserer homologer Gruppen zu Elementen höherer Ordnung, wird schliesslich die engste Begrenzung der drei grossen Gruppen ausgedrückt, welche in jedem Faden, gleichviel der wievielten Theilung, nachgewiesen werden können:

$$(+\mathrm{I}-1)\ (+4+\mathrm{II})\ (+4-\mathrm{I})$$

In diesen Gruppen sind die Elemente in einer symmetrischen Anordnung der Art, dass von den freien Enden des Fadens aus auf-, bezw. abwärts, gleiche Stellen durch gleiche Elemente (*f*, *u*) mit gleichen Zeichen (−, o,) besetzt sind, mit alleiniger Ausnahme der Schlussschale der ersten, und der Anfangsschale der dritten Gruppe, welche ungleiche Zeichen besitzen. Ausgenommen ferner die Anfangs- und die Schlussschale, denen ungleiche Zeichen zukommen, besitzt auch die Mittel-Gruppe einen ähnlichen symmetrischen Bau; nur ihr Mitteltheil ist im bestimmten Umfange unsymmetrisch.

Für die Symmetrie der Elemente in dem angedeuteten Sinne, findet man in der n ten Theilung von je einem freien Ende des Fadens bis zur Mitte, den folgenden Ausdruck:

$$\left[\underbrace{2\,(a+b)-1}+\underset{\times}{1}\right]+\left[\underset{\times}{1}+\underbrace{2\,(b-a)-2}+\underset{\times}{1}\right]+\left[\underset{\times}{1}+\underbrace{2\,(5a-3b)-2}+\underset{\times}{1}\right]$$
$$+\left[\underset{\times}{1}+\underbrace{2\,(13b-21a)-2}+\underset{\times}{1}\right]+\left[\underset{\times}{1}+\underbrace{2\,(89a-55b)-2}+\underset{\times}{1}\right]+\ldots\ldots$$

Die mit × bezeichneten Einheiten (Schalen) sind unsymmetrisch. Wird der symmetrische Theil eines Gliedes = 0, dann folgen bis zur Faden-Mitte 2a + 3b, nur noch unsymmetrische Elemente, deren aber nie mehr als noch 3, nie weniger als noch 1 sein können. In der Mitte des Fadens liegt daher stets eine Gruppe von 4, 6 oder 8 unsymmetrischen Schalen.

Bezüglich der Symmetrie ist z. B. ein Faden 9ter Theilung wie folgt zusammengesetzt:

$$67+\underset{\times}{2}+14+\underset{\times}{2}+2+\underset{\times}{\mathbf{4}}+2+\underset{\times}{2}+14+\underset{\times}{2}+67.$$

Von hervorragender Bedeutung ist unser Gesetz für die Grössenverhältnisse der unter seiner Herrschaft erzeugten Zellen und für die Vermehrung im Ganzen.

Bei fortgesetzter Zweitheilung regeln sich die Grössenverhältnisse bekanntlich nach den Coefficienten der Binomialreihe und die Vermehrung erfolgt nach deren Summe $S = 2^n$. Mit wachsendem n schreiten hier die einzelnen Glieder nach den Reihen der figurirten Zahlen 1) fort. Die Gliederzahl der Binomialreihe ist = n + 1 und die höchste Ordnung figurirter Zahlen mit derem ersten Gliede = 1 die Reihe schliesst, ist die nte. Fortgesetzte Zweitheilung erzeugt daher Zellen von n + 1 verschiedenen Grössen, deren kleinste um 2 n γ

---

1) Die Glieder einer arimethischen Reihe rter Ordnung, in welcher das erste Glied = 1 und für welche jedes Glied der r ten Differenzreihen = 1 ist, bilden die figurirten Zahlen der rten Ordnung.

kleiner als die Urmutterzelle ist, wenn γ den Dickendurchmesser der Gürtelbandmembran bedeutet.

Unser Gesetz bedingt eine wesentlich andere Reihe. Als Ergebniss meiner Untersuchungen stelle ich hier die Formel auf, welche die Zahl der Zellen der Ordnungen α, β, γ, ...[1]) in der $n$ten Theilung feststellt:

$$1\alpha + \frac{n}{1}\beta + \frac{n-1\cdot n-2}{1\cdot 2}\gamma + \frac{n-2\cdot n-3\cdot n-4}{1\cdot 2\cdot 3}\delta + \frac{n-3\cdot n-4\cdot n-5\cdot n-6}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 4}\varepsilon + \cdots\cdots + \frac{n-(r-2)\cdot n-(r-1)\cdots\cdots n-(2r-4)}{1\cdot 2\cdots\cdots r-1}x.$$

In dieser allgemeinen Form ist die Reihe wahrscheinlich nicht, oder wenn überhaupt, nur nach schwierigen Transformationen durch Integration zu summiren. Von einer Summenformel kann aber um so leichter abgesehen werden, als die Zellenzahl $n$ter Theilung sofort aus unserer Hauptreihe 1, 1, 2, 3, 5, 8 ... abgeleitet werden kann. Die einzelnen Glieder, und darauf allein kommt es hier an, sind sehr einfach zu berechnen.

Diese Reihe hat nur $\frac{n}{2} + 1$ bei geradem und $\frac{n+1}{2} + 1$ Glieder bei ungeradem n; die höchste Ordnung figurirter Zahlen, mit derem zweiten Gliede bei geradem n die Reihe schliesst, ist $\frac{n}{2}$, und mit derem ersten $= 1$ bei ungeradem n die Reihe schliesst, ist $\frac{n+1}{2}$. Die Theilung nach unserem Gesetze erzeugt daher Zellen von nur $\frac{n}{2} + 1$ bzw. $\frac{n+1}{2} + 1$ verschiedenen Grössen, deren kleinste nur um $n\,\gamma$, bezw. $n + 1\,\gamma$ kleiner als die Urmutterzelle ist.

Um aber die mächtige Wirkung des Gesetzes, welche der Zweitheilung gegenüber als eine gewaltige Verlangsamung der Verkleinerung der Zelle erscheint, anschaulicher zu machen, seien hier die Ziffern der 6ten bezw. 12ten Theilung einander gegenübergestellt; selbstverständlich imponiren die Differenzen mit wachsendem n ins Kolossale, ich stehe aber davon ab lediglich Rechenexempel zu Papier zu bringen.

	α	β	γ	δ	ε	ζ	η	ϑ	ι	$\varkappa$	λ	μ	ν	
6te Thlg.	1	6	15	20	15	6	1							= 64
	0,16	9,4	23,4	31,3	23,4	9,4	0,16 pCt.							
do.	1	6	10	4										= 21
	4,8	28,6	47,6	19 pCt.										
12te Thlg.	1	12	66	220	495	729	924	729	495	220	66	12	1	= 4096
	0,024	0,29	1,6	5,4	12,1	19,3	22,5	19,3	12,1	5,4	1,6	0,29	0,024 pCt.	
do.	1	12	55	120	126	56	7							= 377
	0,27	3,2	14,6	32	33,4	14,9	1,9 pCt.							

---

1) Die Zellen der Ordnung β sind um $2\,\gamma$, der Ordnung γ um $4\,\gamma$, der Ordnung δ um $6\,\gamma$ ..... kleiner, als die Zelle der Ordnung α (die Urmutterzelle).

Die Zahl der kleinen Zellen, welche gebildet werden, ist nicht nur absolut sehr viel niedriger, sondern es überwiegt auch die Procentzahl der grösseren unter den überhaupt erzeugten Zellen, ganz ausserordentlich. Die Grenze der Verkleinerung, von der man annimmt, sie müsse erreicht werden bevor die Auxosporenbildung die Differenz der Grösse der Art-Zellen ausgleicht, liegt unter diesem Gesetze sehr weit zurück.

Ist man berechtigt die Auxosporen als das Correctiv für die aus der Zweischaligkeit und dem mangelnden Längenwachsthum resultirende Verkümmerung zu betrachten, so erweist sich unser Gesetz als ein Vorbeugungsmittel gegen das Uebermass dieser Verkümmerung. Darin suche ich dessen wesentliche Bedeutung.

Somit handelt es sich bei dem aufgestellten Gesetz um eine Differenz der Theilungsdauer, welche aber regelmässig und stets die kleinere der beiden neu gebildeten Tochterzellen trifft; diese bedarf der doppelten Zeit. Bei der Theilung der Mutterzelle dürfte das Plasma daher in zwei ungleichwerthige Hälften zerfallen, derjenige Theil, welcher der grössseren Tochterzelle einverleibt wird scheint quantitativ reichlicher und mit einer grösseren vitalen Energie versehen zu sein, als der andere Theil; es ist sogar noch ein Plus zur Anlegung des Verdickungsringes vorhanden, welcher der kleineren Tochterzelle mangelt, und welche dadurch eben morphologisch als solche erkennbar wird.

Sehr begreiflich sind unter diesen Umständen die häufigen Unregelmässigkeiten, welche durch verfrühete oder gänzlich unterbleibende Theilung der kleineren Tochterzelle entstehen, und ihren Ausdruck in zwischengeschobenen oder mangelnden Gliedern finden. Nach dem Schema des regelmässig gebildeten Fadens sind solche Ausnahmen in der Regel leicht zu ermitteln und durch Rückwärtsconstruction findet man in der Mehrzahl der Fälle ohne Schwierigkeit, während welcher der früheren Theilungsperioden die Unregelmässigkeit stattgefunden und die Stelle an der dies geschehen. Diese Ausnahmen lassen das Gesetz nur um so klarer hervortreten.

Eine ähnliche Gruppirung, Drillings- und Zwillingsbildungen abwechselnd, findet sich bei *Melosira Borrerii* und *Melosira nummuloides*; ein Merkmal für die Unterscheidung der kleineren Tochterzellen ist aber nicht vorhanden. Dennoch würde die hier leicht erkennbare Reihenfolge der Drillings- und Zwillings-Gruppen kund thun, ob auch diese Arten dem Gesetze folgen. Jedenfalls sind hier die Ausnahmen häufig, dass sie leicht die Regel verwischen. Indess genügte das mir zu Gebote stehende Material, wegen der geringen Gliederzahl der Fäden, nicht, um die Frage zu entscheiden.

Bei anderen Arten hat es mir noch nicht gelingen wollen, mit Sicherheit Drillingsbildungen nachzuweisen. Dieser Umstand spricht aber keineswegs gegen die Geltung des Gesetzes auch in diesen Fällen; die anatomischen Eigenschaften der betreffenden Arten gestatteten die Bestimmung der Fadenformel nicht, die Ueberlagerung und damit die charakteristische Gruppirung der Zellen im Faden, war nicht mit genügender Sicherheit zu erkennen; indess sind auch meine Bemühungen nach dieser Richtung bisher keineswegs erschöpfend gewesen.

3. E. Pfitzer: Ueber ein Härtung und Färbung vereinigendes Verfahren für die Untersuchung des plasmatischen Zellleibs.

Eingegangen am 18. Januar 1883.

Bei der Untersuchung der Kerntheilungsvorgänge der *Bacillariaceen* und *Desmidieen,* mit welcher ich seit einiger Zeit beschäftigt bin, erwiesen sich die zur Zeit üblichen besten Färbungsmethoden als in mancher Hinsicht nicht recht genügend. Nach dem an sich sehr guten Böttcher-Hermann-Flemming'schen Saffranin-Verfahren[1]) ist es nöthig, die zur Härtung der Objecte benutzte verdünnte Chromsäure rein wieder auszuwaschen, ehe die alkoholische Saffraninlösung zugesetzt wird — ausserdem muss man, wenn man recht reine Kernfärbungen erhalten will, überfärben und den Ueberschuss des Farbstoffs wieder mit Alkohol auswaschen, womit aber gerade im richtigen Moment inne zu halten ist. Das Letztere hat immer seine Schwierigkeiten — bei dickeren Schnitten wird, wie schon Flemming[2]) hervorhebt, bei der Alkoholauswaschung der Farbstoff bereits aus den oberflächlichen Schichten entfernt, während er in der Tiefe noch diffus vertheilt ist, so dass man keine gleichmässig gefärbten Präparate erhält. Ganz besonders unbequem aber ist dieses Verfahren natürlich bei freilebenden mikroskopischen Organismen, die mit Schlamm gemengt sind, also z. B. gerade bei *Bacillarien*-Aufsammlungen. Wählt man mit Strasburger[3]) zur Härtung absoluten Alkohol, so vereinfacht sich die Methode, je-

---

1) Vgl. Flemming in Archiv f. mikrosk. Anatomie XIX, S. 317. Strasburger, Theilungsvorgang der Zellkerne 1882, S. 2. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung 1882, S 383.

2) Archiv u. s. w. XIX, S. 327.

3) a a. O.

doch bei minder guter Fixirung, etwas — immerhin sind aber noch drei Operationen, Härten in starkem, Färben in stark wasserhaltigem und Wiederauswaschen mit starkem Alkohol nothwendig. Der absolute Alkohol hat dabei als Härtungsmittel bei Algen noch zwei weitere Nachtheile. Erstens ist es oft nicht möglich, von den Objecten, etwa im Schlamm lebenden einzelligen Algen das Wasser vor dem Zusatz des Härtungsmittels so vollständig zu entfernen, dass der Alkohol nicht schon im Einwirkungsmoment verdünnt ist, zweitens giebt derselbe mit Meerwasser lästige Niederschläge. Gerade die beste wässrige Härtungsflüssigkeit aber, die mir für Algen bekannt ist, concentrirte Pikrinsäurelösung, giebt, wie ebenfalls schon Flemming[1]) betont, bei nachheriger Saffraninfärbung sehr unsichere Erfolge.

Was die Tinction mit Hämatoxylin, oder richtiger mit Hämatein-Ammoniak[2]) anbetrifft, so ist, wofern Chromsäure oder Pikrinsäure zum Fixiren benutzt wurde, ebenfalls sorgfältigstes Auswaschen vor dem Zusatz des Farbstoffs nöthig, da derselbe für freie Säure äusserst empfindlich ist. Ausserdem ist die genannte Substanz an sich sehr leicht zersetzbar, was manche Missstände herbeiführt und wohl auch verursacht, dass, wie Flemming[3]) fand, auch die besten Hämatoxylin-Präparate selbst in Harzeinschluss allmälig verblassen.

Unter diesen Umständen habe ich mich bemüht, einen Farbstoff aufzufinden, der auch in sauren Lösungen gut und rein tingirt, so dass er gleichzeitig mit der fixirenden Säure zugesetzt werden kann. Von Chromsäure und Osmiumsäure sah ich dabei ab, da sie durch organische Substanzen, also wohl auch durch organische Farbstoffe zu leicht reducirt werden, und beschränkte mich auf Versuche mit Pikrinsäure. Nachdem diese, wie ich glaube, einigermassen erfolgreich gewesen sind, erlaube ich mir bei der grossen Arbeitsmenge, welche augenblicklich auf das Studium des plasmatischen Zellleibs verwandt wird, mein Verfahren schon vor der Veröffentlichung der betreffenden Einzeluntersuchung hier mitzutheilen und möchte bitten es bei verschiedenen Objecten zu erproben.

Der angewandte Farbstoff ist das Nigrosin (Qual. I.), welches ich von Trommsdorff in Erfurt bezogen habe. Dasselbe löst sich leicht in Wasser mit tief violettblauer Farbe, langsamer wird es von gewöhnlichem Spiritus aufgenommen — sehr starker Alkohol löst nur bei längerem Stehen kleine Mengen, so dass das Nigrosin in ganz wasserfreiem Alkohol wohl unlöslich sein dürfte. Die durch Vermischen einer concentrirten wässrigen Pikrinsäurelösung mit einer kleinen Menge wässriger Nigrosinlösung hergestellte tief olivengrüne Flüssigkeit tödtet ausserordentlich schnell ohne erhebliche Contraction: wo sie zu stark wasserhaltigen Objecten hinzugefügt wird, kann man gleich noch einige Pikrinsäurekrystalle hinzufügen, um eine Verdünnung des Härtungsmittels möglichst zu vermeiden. Nachdem die Nigrosin-Pikrinsäure einige Stunden eingewirkt hat, giesst man sie von dem Algenschlamm u. s. w., soweit es bequem geht, ab oder nimmt die eingelegten Schnitte heraus, die dann in Wasser oder gewöhnlichen Spiritus gelegt werden, wodurch die Pikrinsäure und das gelöste Nigrosin entfernt werden, ohne dass die Tinction der plasmatischen Theile sich verändert. Spiritus ist namentlich dann anzuwenden, wenn aus den Objecten gleichzeitig noch Chlorophyll oder ähnliche in Alkohol lösliche Farbstoffe entfernt werden sollen, oder wenn man die gefärbten Objecte längere Zeit aufheben will. Es ist dabei durchaus nicht nöthig, den Ueberschuss von Nigrosin-Pikrinsäure sorgfältig auszuwaschen — gefärbte *Bacillarien*, die ich schon Wochen lang in noch ganz dunkel gefärbtem Spiritus stehen habe, zeigen sich noch eben so gut tingirt, wie am ersten Tage.

---

[1]) Archiv u. s. w. S. 328.

[2]) Vgl. Schmitz in Sitzungsber. d. Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde, 1880, S. 160. Flemming, Zellsubstanz, S. 382.

[3]) Archiv u. s. w. S. 328.

In dieser Weise angewandt, färbt das Nigrosin dünne Plasmaschichten überhaupt nicht wahrnehmbar, dichtere Massen schwach hellviolett. Weit intensiver ist schon die Färbung der Chromatophoren, die sich scharf von dem allgemeinen Zellplasma abheben. Immerhin erscheinen auch diese noch blass gegenüber der tiefen Färbung der Pyrenoide, Nucleolen und der übrigen „chromatischen“ Bestandtheile des Zellkerns. Gewöhnliche Cellulosemembranen werden gar nicht oder fast gar nicht tingirt, ebenso bleiben die Stärkekörner farblos.

Die in Wasser betrachteten fertigen Präparate haben keinen ganz rein blauen, sondern einen etwas blaugrauen Farbenton. Ueberträgt man sie aber in concentrirtes Glycerin, welches solche mit Pikrinsäure gehärtete Objecte kaum contrahirt, oder lässt man verdünntes Glycerin sich langsam auf den Präparaten concentriren, so wird die Färbung schon viel reiner, bei weitem am schönsten rein blau aber, wenn man die aus dem Spiritus gewonnenen Objecte zuerst mit Nelkenöl behandelt und dann in Harzen, etwa in Terpentinöl gelöstem Dammarharz oder Canadabalsam einschliesst. Zur Vermeidung nachträglicher Contractionen habe ich es dabei oft zweckmässig gefunden, mit Alkohol stark verdünntes Nelkenöl sich auf den Objekten allmälig durch Verdunstung des Alkohols concentriren zu lassen. Die so erhaltenen Präparate dürften allen Anforderungen genügen und ist zu hoffen, dass sie sich sowohl in Glycerin als in Harzeinschluss nnverändert halten werden, da das Nigrosin eine sehr beständige, schwer zersetzbare Verbindung ist, die nur freie Alkalien nicht gut verträgt — mit Ammoniak kann man die Färbung rasch abblassen machen.

Zur Prüfung des Verfahrens empfehle ich z. B. *Spirogyra*-Fäden, welche in der beschriebenen Weise behandelt mit ihren lichtblauen, in ihrer zackigen Begrenzung vortrefflich erhaltenen Chromatophoren, die sich scharf vom farblosen wandständigen Plasmaschlauch abheben, den von weissen Stärkekörnern umgebenen tiefer blauen Pyrenoiden, dem durch Färbung der eingelagerten Chromativfäden lichtblauen Kern mit fast schwarzblauem Nucleolus sehr elegante und instructive Präparate geben. Auch die in Theilung begriffenen Endospermzellen von *Liliaceen* sind sehr geeignete Objecte um die tiefe Färbung der Kernfäden und der aus ihnen hervorgehenden Kernplattenelemente gegenüber dem farblosen Kernsaft und den hellen Spindelfasern zu zeigen, die bei richtiger Intensität der Färbung ganz farblos bleiben.

Die wässrige Nigrosin-Pikrinsäure eignet sich auch sehr gut, um Zellen, z. B. einzellige Organismen, die man gerade in einem interessanten Entwicklungszustand unter dem Mikroskop hat, in situ zu tödten und zu färben, indem man einen Tropfen an den Rand des Deckglases giebt. Man erhält so bessere, weniger veränderte und dauerhaftere Präparate, als mit der bisher zu dem genannten Zwecke hauptsächlich angewandten Methylgrün-Essigsäure, welche oft die Kerne aufbläht und nur wenige Stunden haltbare Präparate liefert.

Man kann übrigens die Nigrosin-Pikrinsäure auch in alkoholischer Lösung anwenden und stellt man diese letztere, da das Nigrosin nicht in jedem Verhältniss in Alkohol von bestimmter Concentration löslich ist, am zweckmässigsten so dar, dass man Krystalle von Pikrinsäure und ein Stückchen Nigrosin zusammen mit dem betreffenden Alkohol übergiesst. Bei längerem Stehen erhält man so noch mit käuflichem absolutem Alkohol einen zur Färbung ausreichenden Nigrosin-Gehalt. Algen, die mit starker alkoholischer Nigrosin-Pikrinsäure behandelt wurden, wobei die nachträgliche Entfernung des Chlorophylls fortfällt, geben ebenfalls schöne Präparate. Die Färbung der Chromatophoren und Pyrenoide wird minder intensiv, während die chromatischen Einschlüsse des Zellkerns besonders tief tingirt werden, so dass unter Umständen dieses Verfahren vorzuziehen sein wird.

Die Ergebnisse, welche ich mit der angegebenen Methode über die Kerntheilung u. s. w. bei *Bacillariaceen* und *Desmidiaceen* erhalten habe, sollen bald in ausführlicher Darstellung veröffentlicht werden. Hier möchte ich nur noch die eine Bemerkung hinzufügen, dass die von Schmitz[1]) neuerdings als Pyrenoide bezeichneten dichten kernähnlichen Körper schon 1872 von mir[2]) bei einigem *Cymbelleen* und *Gomphonemeen* als bestimmt geformte Massen dichteren Plasmas beschrieben und abgebildet worden sind. Die intensive Tinctionsfähigkeit dieser Gebilde habe ich freilich erst jetzt constatirt. Das Vorkommen der Pyrenoide ist somit auch nicht, wie es nach Schmitz's Erfahrung schien, bei den *Bacillariaceen* auf die Meeresformen beschränkt.

---

1) Die Chromatophoren der Algen, 1882, S. 37 f.

2) Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen, 1872, S. 59, 76, 78, 80 u. s. w., Taf. III, Fig. 10, 11. Taf. IV, Fig. 11.

4. S. Schwendener: Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen.

Eingegangen am 18. Januar 1883.

Die Schutzscheiden im Sinne Caspary's zeichnen sich im Allgemeinen durch zwei Eigenschaften aus, welche mit der physiologischen Bedeutung derselben auf's innigste zusammenhängen, nämlich 1. durch ihre relative Undurchlässigkeit für wässerige Lösungen und 2. durch ihre mechanische Widerstandsfähigkeit. Die erstere Eigenschaft haftet an den Tangentialwänden der Scheidenzellen, von denen meistens die innere oder äussere, häufiger beide zugleich eine verkorkte Lamelle besitzen; sie ist aber keineswegs eine absolut durchgreifende, denn es giebt zahlreiche Fälle, wo entweder blos die Radial- und Transversalwände einen schmalen Korkstreifen aufweisen oder wo einzelne Zellen zwar ringsum verkorkt, andere aber gänzlich unverkorkt sind. Die zweite Eigenschaft dagegen, welche als mechanische Widerstandsfähigkeit bezeichnet wurde, kommt allen Schutzscheiden ohne Ausnahme, jedoch in den verschiedensten graduellen Abstufungen zu. Sie findet ihren Ausdruck zunächst in der lückenlosen Verbindung der Scheidenzellen zu einer hohlcylindrischen Hülle, sodann in der mehr oder in- der weit gehenden Verkorkung der Membranen, endlich und hauptsächlich in den verschieden geformten Membranverdickungen, welche bald in der Scheide selbst, bald in den benachbarten Rindenschichten auftreten, welche letztere in diesem Falle als Aussenscheiden fungiren. Statt der Aussenscheiden kommen in seltenen Fällen (*Restio sulcatus*) auch Innenscheiden vor, welche von dickwandigen peripherischen Zellen des Centralstranges gebildet werden.

Sowohl die Permeabilitätsverhältnisse, als die mechanischen Verstärkungen der Scheide bieten manches Beachtenswerthe. Wir begegnen einerseits Eigenthümlichkeiten des Baues, welche für grössere systematische Pflanzengruppen characteristisch sind, andrerseits aber auch auffallenden Verschiedenheiten, welche mit der systematischen Verwandtschaft in keiner Beziehung stehen und offenbar nur als Anpassungen an Klima und Standort aufzufassen sind. Es gehört z. B. zu den durchgreifenden Kennzeichen der Scheiden bei *Gramineen*, *Cyperaceen* und *Juncaceen*, dass sie aus gleichartigen Zellen bestehen, welche lange Zeit permeabel bleiben und demgemäss in allen Fällen, wo die Membranen verdickt sind, zahlreiche Poren zeigen, durch welche der Saftverkehr zwischen Centralstrang und Rinde vorzugsweise stattfindet. Erst wenn die primäre Rinde abgestorben und durch Abblätterung verschwunden ist, erweist sich die Scheide als impermeabel; sie bildet von jetzt an einen vollständigen Ersatz für die verloren gegangene Epidermis und die verkorkten peripherischen Lagen der Rinde. In dieser Gleichartigkeit der Zellen und in ihrer lange andauernden Wegsamkeit für wässerige Lösungen stimmen die sämmtlichen bei den genannten Familien vorkommenden Scheiden überein, gleichviel ob sie einzelne Mestombündel oder Systeme von solchen nach aussen abgrenzen.

Ebenso stimmen die Schutzscheiden der Wurzeln bei den *Liliifloren* und *Orchideen* darin überein, dass sie im Gegensatz zu den vorhin genannten zweierlei Zellen besitzen, von denen die einen schon frühzeitig impermeabel und dem entsprechend die etwa vorkommenden Membranverdickungen porenlos sind, während die andern bis zum Absterben der Wurzelrinde permeabel bleiben. Die letzteren bilden die Durchgänge für den Saftverkehr. Sie finden sich stets nur über den primordialen Gefässen, stehen übrigens bald vereinzelt, bald zu longitudinalen Streifen gruppirt.

Ein ähnlicher gemeinsamer Zug zeichnet auch die Schutzscheiden der Farnkräuter aus. Dieselben sind stets dünnwandig, mit Durchgängen über den primordialen Gefässen. Wo eine mechanische Verstärkung nothwendig wird, verdicken sich die Wände der benachbarten Rindenzellen und bilden eine oft sehr mächtige Aussenscheide, die jedoch über den Durchgängen, so lange diese functioniren, spaltenförmige Unterbrechungen zeigt.

Die Thatsache, dass die permeabeln Durchgänge stets nur im Radius der ersten Gefässe stehen, erklärt sich durch die Annahme, dass die Gefässe ein wasserleitendes Röhrensystem bilden, aus welchem das benachbarte Gewebe seinen Bedarf deckt, so lange Vorrath vorhanden

Um diese Wasserzufuhr auch für die Rinde, und zwar auf dem nächsten Wege, zu sichern, ist die impermeable Scheide vor den Gefässen mit den erwähnten Durchgängen ausgestattet. Mit der Rolle, die wir hiermit den Gefässen zuschreiben, stimmt übrigens die Wahrnehmung überein, dass dieselben zu allen Zeiten, Perioden anhaltender Trockenheit abgerechnet, thatsächlich ganz oder theilweise mit Wasser gefüllt sind.

Zu den Merkmalen, welche von der systematischen Verwandtschaft unabhängig sind, gehört dagegen die Art und das Maass der Membranverdickungen, welche die mechanische Verstärkung der Scheiden bezwecken. Gattungen derselben Familie, Arten derselben Gattung verhalten sich in dieser Hinsicht verschieden. So ist z. B. die Aussenscheide der *Polypodien* durch gleichmässige, diejenige der *Asplenien* durch ungleichmässige Verdickung der Zellen ausgezeichnet, und ein ähnlicher Gegensatz besteht auch zwischen den verschiedenen Arten der Gattung *Dasylirion*, ebenso bezüglich der Scheidenzellen selbst bei *Carex*, *Potamogeton* u. a.

Diese Gestaltungsverschiedenheiten unter sonst gleichen Verhältnissen bieten zugleich einen Beleg dafür, dass sie mit bestimmten mechanischen Zwecken in keiner Beziehung stehen. Wo die Verdickungen bis zum Verschwinden des Lumens verstärkt sind, leuchtet dies auch ohne nähere Erwägung sofort ein; die Zellen bilden alsdann kleine solide Balken und man begreift, dass die centrale oder excentrische Lage des punktförmigen Lumens ohne alle Bedeutung ist.

Neben der gleichmässigen oder ungleichmässigen Verdickung der Wandungen giebt es aber auch Form- und Grössenverhältnisse, welche allerdings bestimmte constructive Ziele verrathen. So ist es z. B. eine häufige Erscheinung, dass die Schutzscheide über dem Leptom dicker, jede einzelne Scheidenzelle also in radialer Richtung etwas gestreckter ist, als an den Stellen über den primordialen Gefässgruppen. Sehr deutlich ist dies namentlich in den Luftwurzeln der Orchideen, etwas weniger augenfällig aber auch bei den Irideen ausgesprochen. In andern Fällen, z. B. bei *Juncus Jacquini* und *Iris sibirica*, sind die Scheidenzellen in radialer Richtung so auffallend verlängert und gleichzeitig so stark verdickt, dass man hieraus sofort die Tendenz erkennt, die Scheide gegen radiale Kräfte druckfest zu gestalten. Dieselbe Tendenz verrathen aber auch die oben erwähnten Scheiden der Orchideen; nur dass hier jede einzelne, das Leptom überbrückende Längszone eine biegungsfeste Schiene darstellt, deren Verjüngung nach den beiden Rändern hin ungefähr einem Träger von gleichem Widerstande entspricht. Diese Constructionsform erscheint hier um so zweckmässiger, als die permeabeln Durchgänge lange Spalten bilden, welche die Continuität der Scheide unterbrechen; jede Leptomschiene erscheint demzufolge als selbständige Brücke zwischen zwei benachbarten Gefässsträngen.

Die nämliche biegungsfeste Tendenz kommt auch bei manchen Aussenscheiden der Farnwurzeln zum Ausdruck, indem dieselben im Querschnitt aus zwei mondsichelförmigen Theilen bestehen, welche je von einem Durchgang zum andern hinüberreichen und erst in der älteren Wurzel, wenn die Durchgänge nicht mehr wegsam sind, zu einer continuirlichen Röhre verschmelzen.

Andererseits sind viele Schutzscheiden mit und ohne Verstärkungen blos zugfest construirt; es sind hautartige Hüllen, deren Widerstandskraft vorzugsweise durch ein Maschenwerk verkorkter Streifen oder stark verdickter Celluloseleisten gesteigert wird, die sich aber sofort in Falten legen, sobald sie gedrückt, statt gezogen werden. Solche Scheiden wirken ähnlich, wie das schützende Netzwerk eines Luftballons. Als Beispiele seien erwähnt 1. jene bekannten Streifen der Scheidenzellen selbst, welche im mikroskopischen Bilde die Caspary'schen dunkeln Punkte bedingen, sowie die weitergehenden Verkorkungen der Scheidenzellwände; 2. die Verdickungsleisten der benachbarten Rindenzellen, wie sie bei Taxus und den Cupressineen etc. auftreten, die sogenannten Φ-Scheiden Russow's.

Um die Bedeutung der hierher gehörigen Verkorkungen zu erklären, ist es nothwendig, einige Bemerkungen über die physikalischen Eigenschaften verkorkter Häute einzuschalten. Man schrieb denselben bis dahin eine grössere Dehnbarkeit zu als den gewöhnlichen Cellulose-Membranen, verwechselte jedoch vielfach elastische Dehnung mit Verlängerung durch Wachsthum. Die genauere experimentelle Prüfung ergiebt jedenfalls ganz unzweifelhaft, dass die cutisirten Membranen im Allgemeinen nur eine geringe Dehnung, etwa bis zu 2 pCt. der ursprünglichen Länge vertragen und bei weiter gehender Steigerung zerreissen. Doch giebt es hin und wieder Ausnahmen, wie z. B. die Peridermhäute von *Prunus*, die eine viel stärkere Dehnbarkeit besitzen; die chemische Zusammensetzung solcher Häute ist indessen nicht näher bekannt. Mit der Verkorkung scheint überdies die absolute Festigkeit eine erhebliche Zunahme zu erfahren.

Aus der geringen Dehnbarkeit der cutisirten Membranen erklärt sich nun die so häufig vorkommende Wellung derselben. Denn unter dem Einflusse des Turgors oder eines etwa vorhandenen Zuges erreichen solche Membramen durch Wachsthum eine gewisse Länge. Lässt dann der Turgor nach, so verkürzen sich die Cellulosewände, häufig um mehrere Procent; die Korklamellen dagegen, weil weniger dehnbar und somit auch weniger contractionsfähig, legen sich in Falten. Doch ist zu bemerken, dass solche Faltungen oder Wellungen im turgescenten Gewebe nur selten vorkommen und gewöhnlich erst beim Präpariren entstehen. Die Caspary'schen dunkeln Punkte dürfen also nicht als anatomisches Merkmal der Scheide, sondern nur als charakteristische Eigenthümlichkeit des mikroskopischen Bildes betrachtet werden.

Fragen wir jetzt nach den inneren Veränderungen, welche diese Schutzeinrichtungen nothwendig machen, so lehrt die experimentelle Prüfung, dass die mechanische Widerstandsfähigkeit der Scheide einen um so höheren Grad erreicht, je grösser die Spannungen zwischen Rinde und Centralstrang oder, was dasselbe ist, je stärker die Ungleichheit in den Dimensionsänderungen bei wechselnder Turgescenz. Junge Iriswurzeln zeigen z. B. nur eine sehr schwache Gewebespannung und besitzen demgemäss eine unverdickte Scheide; in älteren Wurzeln dagegen erreicht die Spannung ein viel höheres Maass, dann sind aber auch die Scheiden stark verdickt. Die oben erwähnten anatomischen Thatsachen weisen zugleich darauf hin, dass es vorzugsweise die Leptomstränge sind, welche dieser schützenden, oft sehr starken Belege bedürfen.

Hieraus erklären sich zugleich die Beziehungen zu Klima und Standort. Es ist eine ausnahmslose Regel, dass die Wurzeln der Felsen- und Steppenpflanzen, soweit sie hier in Betracht kommen, verstärkte Scheiden besitzen. Namentlich kommen bei Gewächsen der wärmeren Zonen (*Dasylirion*, *Restio* etc.), ebenso bei einigen auf Kalkfelsen, an Mauern u. dgl. vegetirenden Farnkräutern unserer Gegend ganz aussergewöhnliche Membranverdickungen vor. Offenbar ist es hier der periodische Wechsel zwischen reichlichem Wasserzufluss und anhaltender Trockenheit, welcher solche Anpassungen hervorgerufen hat. Aehnliche Verstärkungen finden sich aber auch bei manchen hydrophilen Gewächsen, deren Standorte zeitweise austrocknen, so z. B. bei *Iris sibirica* und *Pseudacorus*, *Narthecium ossifragum*, *Tofieldia calyculata*, *Juncus glaucus* und *Jacquini* etc. Man begreift, dass hier ungefähr gleich starke Aenderungen in der Turgescenz der Gewebe eintreten, wie bei Felsen- und Steppengewächsen.

Wo dagegen der Standort constant weich und feucht bleibt, wie z. B. in tiefen Mooren, in Altwassern, Seen u. dgl., da sind die Scheiden der Wurzeln ohne mechanische Verstärkungen aus Cellulose. So z. B. bei *Najas*, *Potamogeton*, *Sparganium natans*, *Sagittaria sagittaefolia*, *Alisma natans*, *Calla palustris* etc. Bei fluthenden Wassergewächsen ist damit natürlich nicht ausgeschlossen, dass der Stamm unter Umständen, im Gegensatz zur Wurzel, Verstärkungen aufweist.

Die vorstehenden Mittheilungen beziehen sich hauptsächlich auf die unterirdischen Organe der Monocotylen, Coniferen und Gefässkryptogamen, deren Scheiden die mannigfaltigsten Cellulose-Verstärkungen aufweisen. Bei den Dicotylen sind zwar ebenfalls Schutzscheiden vorhanden, welche im Jugendzustande einen übereinstimmenden Bau und bezüglich der Verkorkung ähnliche Abstufungen zeigen; allein die Mittel, welche die Natur in späteren Stadien zum Schutze des Leptoms in Anwendung bringt, sind gewöhnlich anderer Art und gehören nicht mehr in die Kategorie der Scheiden.

Zum Schlusse mögen die wichtigsten Formen, welche die mechanische Verstärkung der Scheiden durch Membranverdickungen annimmt, übersichtlich zusammengestellt werden. Es sind folgende:

1. Verdickung der Scheidenzellmembran. Bei Monokotylen häufig, bei Dicotylen selten, bei Gymnospermen und Archegoniaten nirgends beobachtet.

2. Verdickung der benachbarten Rindenzellwände, die Scheidenzellen selbst dünnwandig. Für die Farne typisch.

3. Verdickung der Scheidenzellen und der benachbarten Zellen der Rinde. Bei *Stipa pennata* und *capillata*, *Dasylirion*, *Poa compressa*, *Juncus glaucus* etc.

4. Verdickung der Scheidenzellen und der innenseitig angrenzenden Zellschichten. Bis dahin nur bei *Restio sulcatus* beobachtet.

5. Verstärkung der Scheide durch Bastbelege über den Leptomsträngen. In der Wurzel der Laurineen.

6. Verstärkung der Scheide durch Verdickungsleisten in den angrenzenden Rindenzellen. Dies die Φ-scheiden Russow's.

7. Verstärkung durch einen Ring von Hornparenchym, welcher durch 2—4 dünnwandige Rindenzellschichten von der Schutzscheide getrennt ist. Wurzeln verschiedener Aroideen und Bromeliaceen.

Eine ausführlichere Bearbeitung dieses Themas mit fünf Tafeln Abbildungen wird in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1882, erscheinen.

---

5. I. Urban: Ueber die Bestäubungseinrichtungen bei der Büttnerieen-Gattung Rulingia.

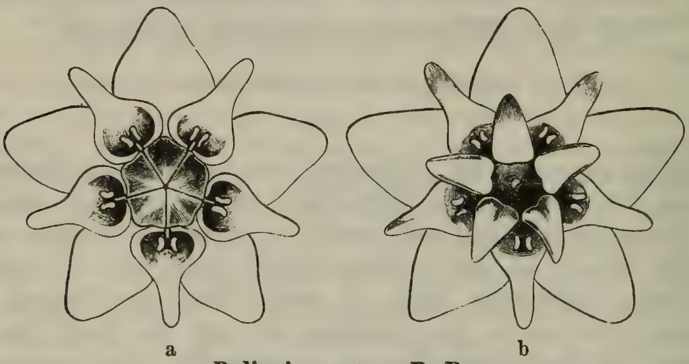
Eingegangen am 18. Januar 1883.

Rulingia pannosa R. Br. Halbstrauch aus Australien mit alternirenden gelappten Blättern. In den Blattachseln nur Laubzweige, deren unterstes (transversales) Blatt basal steht; da dasselbe nicht selten auf die 2 Stipulae reducirt ist und in seiner Achsel immer eine sich frühzeitig entwickelnde Laubknospe trägt, so macht diese den Eindruck eines collateralen Beisprosses, von welchem sie sich nur durch das Vorhandensein des Mutterblattrudimentes unterscheidet. Die Analogie wird noch grösser, wenn es die Zweige zur Blüthenbildung bringen. Die Inflorescenzen sind kurzgestielte terminale Dichasien, welche vom voraufgehenden Laubzweige übergipfelt und zur Seite geworfen werden. Der basale Seitenzweig des letzteren kommt hier immer nur aus der Achsel zweier Stipulae hervor, die nicht selten mit einander verwachsen oder durch Verkümmerung der anderen auf nur eine reducirt, ja zuweilen überhaupt nicht aufzufinden sind. — Blüthen 5-zählig[1]), weiss, klein (kaum 7 mm im Durchmesser), durch ihre vollendete Proterandrie ausgezeichnet. Kelch petaloid ausgebildet, wagerecht ausgebreitet. Blumenblätter kürzer als die alternirenden Kelchblätter, oberwärts schmal, linealisch, unterwärts verbreitert in eine concave, schöpflöffelartige Spreite, über welcher die allein fruchtbaren Kronstaubfäden stehen. Diese besitzen kurze Filamente und zwei durch das Connectiv deutlich gesonderte Fächer, welche seitlich oder, genauer, etwas nach auswärts aufspringen. Die sterilen Kelchstamina sind von der Form

---

1) Das Diagramm siehe bei Eichler, Blüthendiagr. II. 272 f. 108 A.

und Behaarung der Kelchblätter, aber schmäler und kürzer[1]). Beim Aufblühen ist von Fruchtknoten und Griffel nichts wahrzunehmen; die Staminodien schliessen lückenlos zu einem Kegel zusammen, welcher die weiblichen Geschlechtsorgane vollständig bedeckt; die nierenförmigen, purpurfarbenen Antheren, deren Basis in der Knospenlage nach oben und deren eigentliche Innenfläche nach aussen gestanden hat, machen, sobald die auf ihren Connectiven liegenden Spitzen der Petala zurückgetreten sind, eine schwache Bewegung nach aufwärts, erreichen aber die horizontale Stellung nicht ganz; sie springen nach einander, aber in schneller Folge auf und stehen genau über der Verbreiterung der Petala, so dass Insekten, welche in dieser Honig suchen wollen, mit Nothwendigkeit den Pollen auf der einen oder anderen Seite abstreifen müssen. Schon im männlichen Zustande der Blüthe sondert der höckerige Fruchtknoten reichlich Saft ab; derselbe lagert auf ihm oder an der Innenwand der Staminodien; ein kleiner Theil fliesst, wenn die Staminodien an der Basis etwas klaffen, in den Löffel der Petala und ist hier den Insekten schon jetzt zugänglich. — Beim Uebergange aus dem männlichen in den weiblichen Zustand krümmen sich die Staminodien nach auswärts, machen Ovar, Honig und Narben frei und liegen über den Kelchblättern, den Zugang zu dem Löffel der Petala zum Theil verdeckend. Insekten, welche nunmehr die Blüthen besuchen und den Honig in reicherem Maasse an der Quelle selbst schöpfen wollen, werden den mitgebrachten Pollen leicht an den zähklebrigen Narben (dem Vereinigungspunkte der 5 sonst freien Griffel) absetzen. Ein Sichselbstbestäuben ist absolut unmöglich. — Von 6 Blüthen, welche ich mit dem Pollen anderer Blüthen desselben Stockes bestäubt hatte, wurde die Hälfte befruchtet und entwickelte ihre



Rulingia pannosa R. Br.
Blüthen von oben (Vergr. 7/1): a. männlicher, b. weiblicher Zustand.

---

[1] Trotz der grossen Analogie mit den Kelchblättern bemerkt man an ihrer Spitze bisweilen doch noch purpurne Antheren-Rudimente.

Kapseln vortrefflich; ausserdem hatte die Pflanze, wohl in Folge von Insektenbestäubung, noch 3 Früchte gebracht, während alle anderen Blüthen abgefallen waren. Schon bald nach der Bestäubung konnte man die befruchteten und unbefruchteten Blüthen deutlich unterscheiden; diese behielten ihre Sepala wagerecht ausgebreitet oder zurückgekrümmt bis zum abfallen, jene hatten die Kelchblätter wieder senkrecht aufgerichtet und breiteten sie erst später bei der Vergrösserung der Frucht wieder aus.

Eine zweite im Berliner botan. Garten kultivirte Art, *R. corylifolia* Grah., ist zwar der vorhin beschriebenen Species im Blüthenbau ähnlich, unterscheidet sich aber auffällig durch ihre ausgeprägte Homogamie. Es ist dies ein Strauch mit doppelt gekerbten oder kleinlappigen Blättern, in deren Achseln zur Blüthezeit nur Laubknospen stehen; nur die obersten Blätter haben gewöhnlich schon jetzt entwickelte Achselprodukte: mit 1—2 Laubblättern besetzte Zweige, welche ausserdem noch einseitig an der Basis, zwischen den Stipeln des Mutterblattes versteckt, meistens eine transversal gestellte, nebenblattartige, sterile Schuppe tragen und mit einem Blüthenstande schliessen. Der oberste Seitenzweig, welcher die terminale Inflorescenz zur Seite drängt, entbehrt diese basale Schuppe und besitzt nur ein Laubblatt; da er ebenfalls mit einem Dichasium schliesst, so gewinnt es bei gestauchtem Internodium oft den Anschein, als ob die primäre Axe zwei Cymen trüge. — Blüthen weiss, 1 cm im Durchmesser. Kelchblätter oberwärts fast aufgerichtet, mit den Rändern zurückgekrümmt. Petala horizontal ausgebreitet, in der untern Hälfte plötzlich erweitert und mit den eingekrümmten Rändern helmartig zusammenschliessend. Aufblühfolge der Sepala und Verstäuben der Antheren successiv; zunächst biegen sich aus der 5. kantigen Knospe 2 benachbarte Kelchblätter nach auswärts und richten sich auf; die zwischen ihnen stehende Anthere, welche anfänglich (von oben gesehen) den Eingang zum Helm vollständig verdeckte, springt auf und schrumpft dabei bedeutend zusammen, so dass der Insektenrüssel jetzt leicht zur Helmbasis gelangen kann, dabei aber den Pollen von der Anthere abwischt; darauf verstäuben die beiden benachbarten Antheren; dann richten sich die beiden folgenden Sepala und kurz darauf das letzte auf; alsdann erst verstäuben die beiden letzten Antheren. Zugleich haben sich in derselben Reihenfolge die 5 Blumenblattzipfel horizontal gestellt und die 5 Staminodien, welche in der Knospenlage klappig zu einem Kegel aneinander lagen, über die Commissuren der Petala zurückgeschlagen: die 5 Griffel, deren Narben etwas zusammenkleben, werden dadurch entblösst und bieten die letzteren im völlig entwickelten Zustande den Insekten sofort zur Bestäubung dar. Um ein Sichselbstbestäuben, etwa durch Wind, zu verhüten, besitzen die Staminodien am Rande ziemlich lange Fransen, welche den durch die Bewegung der Pflanze etwa abgeschüttelten Staub auffangen; auch eine Selbstbestäubung durch Insekten ist nicht wahrscheinlich, weil diese mit ziemlicher Sicherheit ihren Rüssel zunächst in die grössere Oeffnung rings um die Griffel hinabsenken und dann erst die 5 Helme absuchen werden. Honig fand ich übrigens in den Helmen nicht vor, auch am Fruchtknoten nur wenige Tröpfchen. Später schliessen die 5 Kelchblätter wieder zu derselben Stellung zusammen, welche sie vorher inne gehabt hatten. Früchte werden von der Pflanze reichlich angesetzt.

Eine intermediäre Stellung zwischen den beiden beschriebenen Arten nimmt rücksichtlich der Reife und Zugänglichkeit der Geschlechtsorgane *R. parviflora* Endl. ein, ein kleiner Strauch mit sparrigen horizontal ausgebreiteten Aesten und kleinen glänzenden zweizeilig angeordneten Blättern. Inflorescenzen wenigblüthig, die secundären (die oberste Seitenaxe beschliessenden) gewöhnlich nur einblüthig. Auch hier findet sich, an der Basis der die Blüthenstände zur Seite werfenden Seitenzweige, auf der oberen Zweigseite von der Stipula des Mutterblattes eingeschlossen, die basale Schuppe. Dass dieselbe auch hier das Stipular-Rudiment des ersten Blattes dieser Seitenzweige ist, ergiebt sich leicht sowohl aus der Stellung des zweiten Blattes, welches auf der entgegengesetzten Seite, also immer nach abwärts, steht, als auch besonders aus einer Reihe von Uebergängen: es tritt neben der ersten eine zweite Schuppe auf, zwischen ihnen erscheint eine minutiöse Laubknospe, und einmal auch das wohl entwickelte Laubblatt selbst. An den Laubknospen in der vegetativen Region der Zweige bemerkte ich diese Reduction nicht; hier scheint das wohl entwickelte, erste Blatt immer auf der oberen Seite aufzutreten. — Blüthen 6—7 mm im Durchmesser. Kelchblätter weiss, horizontal ausgebreitet oder schwach nach abwärts gebogen. Petala in der untern verbreiterten Hälfte anfangs gelblichweiss, später nach gänzlichem Verstäuben der Antheren der Reihe nach rosafarbig werdend. Aufblühfolge der Sepala und Petala und Verstäubungsfolge der Antheren, wie bei *R. corylifolia*; allein die in der Knospe zu einem Kegel klappig zusammenschliessenden Staminodien fangen an, der Reihe nach auseinander zu treten und die Narbe zugänglich zu machen, bevor noch die letzten Antheren verstäubt sind, und rollen sich alsdann in der oberen Hälfte nach auswärts um. In Folge dessen wird die Proterandrie bedeutend reducirt. In ihrem sonstigen Verhalten schliesst sich die Pflanze enger an *R. pannosa*, als an *R. corylifolia* an.

Sitzung vom 23. Februar 1883.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

A. Strähler, Fürstl. Hohenzollern'scher Oberförster in Theerkeute bei Wronke, Reg.-Bez. Posen (durch v. Uechtritz und Ascherson).

Hermann Ross, stud. rer. nat., Berlin, Schlegelstr. 3, Quergebäude II Tr. (durch L. Kny und Tschirch).

Dr. **G. Krabbe**, in Berlin, (durch Westermaier und Tschirch).

Als ausserordentliches Mitglied:

Herr Dr. med. **Arthur Mülberger**, in Herrenalb (Württemberg), (durch Otto Müller und S. Schwendener).

Mitglieder-Liste. (Fortsetzung).*)

*__Bouché, J.__, Kgl. Garten-Inspector in Poppelsdorf bei Bonn.
Ernst, A., Dr. in Carácas (Venezuela).
Geisenheyner, L., Gymnasiallehrer in Kreuznach.
Geyler, H. Th., Dr. in Frankfurt a. M., Friedberger Landstr. 107.
Haenlein, F. H., Dr. in Cassel, Frankfurterstr. 5.
Hesse, Rudolf, Director, Dr. in Marburg, Reg.-Bez. Cassel.
Hinneberg, P., Dr. in Altona, Adler-Apotheke.
*__Klatt, F. W.__, Dr. in Hamburg, Eimsbüttel, Augustastr. 8.
Klein, Julius, Dr. Prof. am Polytechnikum in Budapest.
Kley, Herm., Verwalter in Barmen, Altmarkt 24.
*__Krašan, Franz__, Prof. am II. k. k. Gymnasium in Graz.
*__Kugler, Emil__, Dr. Arzt in Pfronten (Bayern).
*__Leidolt__, Apotheker in Belzig.
Marsson, Th., Dr. in Greifswald.
*__Mildbraed, Hugo__, Pharmaceut in Belzig.
Müller, N. J. C., Prof. Dr. in Hann. Münden.
Parreidt, H., Apothekenbesitzer in Berlin SW., Bernburgerstr. 3.
Sadebeck, Prof. Dr. in Hamburg, Besenbinderhof 48.
Schmalhausen, J., Prof. Dr. Director des Botan. Gartens in Kiew.
Schnuse, W., Lehrer am Gymnasium in Dessau.
Schubert, A., Lehrer an der Victoriaschule in Berlin S., Prinzenstr. 71.
Vatke, W. in Berlin W., Leipzigerstr. 2.
*__Vogel, Heinr.__, Lehrer in Markneukirchen i./Sachsen.

---

*) Enthält diejenigen Mitglieder, welche im Monat Februar 1883 ihren Beitrag entrichtet haben. Bezüglich der Aufnahme in die Mitgliederliste verweisen wir nochmals auf die Rückseite des Umschlages. — Berichtigungen fehlerhafter Adressen bittet man zu senden an Dr. A. Tschirch, Berlin N., Invalidenstr. 36.

Mittheilungen.

6. B. Frank: Ueber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten.

(II.)

Eingegangen am 11. Januar 1883.

3. Polystigma rubrum Tul.

Was über diesen die Rothflecken der Pflaumenblätter verursachenden Pyrenomyceten bis vor kurzem bekannt war, ist in meinen „Pflanzenkrankheiten“ pag. 633—634 mitgetheilt. Es beschränkte sich darauf, dass zur Sommerszeit das rothe Stroma dieses Pilzes in der Blattmasse erscheint und in demselben gleichzeitig zahlreiche Spermogonien auftreten, die noch während des Lebens des Blattes massenhaft ihre fadenförmigen, hakig gekrümmten Spermatien entleeren, während erst, nachdem das Blatt abgefallen ist und auf dem Boden verwest, gegen das Frühjahr hin, wie Tulasne gezeigt hat, Perithecien in dem Stroma erscheinen, welche im Frühlinge reif werden und deren Ascosporen dann sogleich keimfähig sind. Seit dem Herbst 1881 habe ich über diese Krankheit, welche auch in der Umgebung Berlins, besonders in den grossen Obstculturen von Werder, sehr stark verbreitet ist, Untersuchungen angestellt, durch welche die Krankheitsgeschichte ziemlich vollständig und der Entwickelungsgang des Parasiten lückenlos aufgeklärt werden. Kurz vor Niederschrift meiner Resultate erhielt ich eine Abhandlung von C. Fisch (Beiträge zur Entwickelungsgeschichte einiger Ascomyceten, Botanische Zeitung 1882, No. 49—51), in welcher die Entwickelungsgeschichte dieses nämlichen Pilzes beschrieben wird. Zu meiner Freude finde ich darin in der Hauptsache, besonders aber hinsichtlich der Rolle der Spermatien und des Sexualactes, welcher der Anlage der Perithecien vorausgeht, Bestätigung meiner Beobachtungen. Für mich liegt hier ein Fall vor, der nun auch bei den Pyrenomyceten die Bedeutung der Spermatien als befruchtender Samenkörper und das Vorhandensein eines weiblichen Organs, welches vermittelst einer Trichogyne seine Befruchtung empfängt, über jeden Zweifel stellt, und wenn zwei Beobachter völlig unabhängig von einander gerade in dieser Frage zu gleichem Resultate gelangen, so wird dies der Sache weiteren Nachdruck zu geben geeignet sein. Schon darum möchten vielleicht auch jetzt noch meine Mittheilungen nicht ganz überflüssig sein, selbst wenn ich nicht noch andere Punkte zu berühren hätte, auf welche in Fisch's Abhandlung weniger eingegangen ist oder in denen ich mit dem Genannten nicht ganz gleicher Meinung bin.

Bezüglich der Entwickelung des Pilzes ist durch Fisch's und meine Beobachtung zunächst die Tulasne noch nicht bekannte Thatsache festgestellt worden, dass die Anlegung der künftigen Perithecien bereits in dem Stroma des lebenden Pflaumenblattes erfolgt. Man trifft die Anlagen bereits Ende Juli, nachdem eben erst die Spermogonien ihre Ausbildung erreicht haben. Sie finden sich auf derselben Seite des Stroma, wo die Spermogonien ihre Mündungen haben, nämlich an der Unterseite des Blattes, wo das Stroma eine etwas convexe Oberfläche besitzt. Dieselben sind mehrmals kleiner als die reifen Spermogonien, rothgefärbte rundliche, aus engeren pseudoparenchymatisch verflochtenen Hyphen bestehende Ballen, welche an ihrer Farbe leicht auf Schnitten parallel der Oberfläche des Stroma sich erkennen und in ihrer Vertheilung studiren lassen. Sie liegen unterhalb der Spaltöffnungen, sind in weit grösserer Zahl als die Spermogonien vorhanden und zeigen eine ziemlich gleichmässige Vertheilung, welche von derjenigen der Spermogonien unabhängig ist, wie schon die Beziehung zu den Spaltöffnungen es mit sich bringt. Wie Fisch bereits eingehend beschrieben, differenzirt sich in der Perithecienanlage um diese Zeit eine dickere, spiralig gewundene Hyphe, ein Ascogon, welches sich in einen über die Oberfläche des Stroma weit hervorwachsenden dicken Trichogynefaden verlängert, der an der Basis von dünneren Fäden umgeben ist. Die Homologie der Organe mit denjenigen, die bei Lichenen bekannt sind, ist der eine Grund, die von uns als Ascogon und Trichogyne bezeichneten Gebilde als das weibliche Organ, die Spermatien als Befruchtungselemente aufzufassen. Ein weiterer Grund ist die entschiedene Keimungsunfähigkeit der Spermatien. Ein dritter die ungefähre Gleichzeitigkeit der Entwickelung der Spermatien und der Peritheciumanlagen. Völlig gleichen Schritt halten freilich beide nicht; denn bis in die zweite Hälfte des Oktober findet wenigstens in manchen Spermogonien noch Spermatienbildung statt, während um diese Zeit keine Trichogynen mehr zu sehen sind, und der zwischen den Spaltöffnungen befindliche Ueberrest derselben geschwärzt ist. Aber in die Zeit, in welcher die Trichogynen in Menge aus dem Stroma hervorragen, Ende Juli und Anfang August, fällt auch die massenhafteste Spermatienentwickelung. Endlich scheint mir auch das Verhalten der Spermatien zu den Trichogynen die obige Ansicht zu bestätigen. Fisch hat sich von den Befruchtungsvorgängen nicht sicher überzeugen können. Allein gerade die hier zu erwähnenden Erscheinungen sind die erste Veranlassung gewesen, welche mich auf die Existenz der Trichogyne und auf die Function der Spermatien aufmerksam machten. Auf Oberflächenschnitten gewahrt man häufig die entleerten Spermatien an gewissen Punkten stärker angesammelt und überzeugt sich bald, dass sie um die hervorgestreckten Trichogynen oft in einem ganzen Flocken angehäuft sind. Ich habe auch Fälle gesehen, wo mit der Spitze der Trichogyne ein

Spermatium vereinigt war, welches dann auch eine Veränderung erfährt, nämlich augenscheinlich substanzärmer wird, indem sein Inhalt lückig, seine Umrisse unregelmässiger erscheinen und es so allmälig undeutlich wird, während nicht copulirte Spermatien voll und regelmässig erscheinen. Der Umstand, dass die Bildung der Sexualorgane und der Befruchtungsact, welcher nothwendig ausserhalb des Blattes stattfinden muss, an die Blattunterseite verlegt sind, wo grösserer Schutz gegen Regen und sonstige mechanische Gefahren geboten ist, desgleichen die fadenförmige widerhakenartige Gestalt der Spermatien, durch welche ihr Anhängen an die Trichogyne befördert wird, besonders auch die kolossale Menge, in welcher die Spermatien erzeugt werden und welche die Wahrscheinlichkeit eines Zusammentreffens mit den weiblichen Organen bis zur Sicherheit erhöht, sind bemerkenswerthe Anpassungen, die an ähnliche Raffinements in der Einrichtung der Blüthen erinnern.

Die Entwickelung der befruchteten Perithecienanlagen zu fertigen Perithecien ist von Fisch genau beschrieben worden. Die Vergrösserung und Ausbildung derselben beginnt schon zur Zeit des Laubfalles, wird aber durch den Winter mehr oder weniger verlangsamt und unterbrochen. Im April sind die Perithecien reif, d. h. sie enthalten ausgebildete achtsporige Schläuche mit keimfähigen, ovalen, farblosen, einzelligen Ascosporen. Auf Wasser oder sonstige feuchte Unterlage gebracht, sind diese sofort keimfähig. Sie treiben einen kurzen Keimschlauch, der an der Spitze stets eine längliche Anschwellung bekommt, die ungefähr die Grösse der Spore erreicht, den ganzen Sporeninhalt oder den grössten Theil desselben aufnimmt, durch eine Querwand sich abgrenzt und rasch seine Membran bräunt. Die Gestalt dieses Organes ist eine ungemein wechselnde: wo eine einzeln liegende Spore auf flacher Unterlage (Glasplatte, Cuticula) gekeimt ist, da ist die Anschwellung von ungefähr ovaler Gestalt, aber stets mit abgeplatteter Fläche der Unterlage anliegend; sehr deutlich ist dies bei Keimung auf Glasplatten, wo das Organ in diesem Falle sich stets der Glasoberfläche anpresst, auch wenn die Spore höherschwebend in der Flüssigkeit liegt. Die als Reiz auf das Wachsthum wirkende Berührung mit einem festen Körper hat diesen Erfolg anscheinend unabhängig von der Qualität des berührenden Körpers; sogar die Sporen und die in Rede stehenden Organe selbst können sich gegenseitig reizen, wie man dies bei Keimversuchen auf Wassertropfen sieht, wenn kleine fremde Partikelchen neben den Sporen sich befinden oder wenn keimende Sporen zu mehreren in einem Häufchen liegen. Die sich bräunenden Anschwellungen nehmen dann gewöhnlich andere Gestalt an; sie werden länger, mehr schlauchförmig und umwachsen einander dicht angeschmiegt in darmartigen Windungen, oft eine förmliche Schlinge umeinander bildend; selbst spiralige Windungen entstehen. Daraus geht hervor, dass wir in diesen Gebilden wieder die oben erwähnten Haftorgane vor uns haben, nicht wie Fisch sie nennt secundäre Sporen, wogegen schon ihre ungemein variabele Gestalt sprechen würde. Es kommt hinzu, dass ihnen auch das sonstige Merkmal der Sporen abgeht, nämlich auf feuchter Unterlage keimen zu können. Sie lassen sich zu keiner weiteren Entwickelung bringen. Die einzige Function, die sie ausüben, tritt ein, wenn sie sich an die Cuticula des Pflaumenblattes angesetzt haben: von ihnen aus wird ein schlauchartiger Fortsatz durch die Aussenwand der Epidermiszelle in deren Inneres getrieben, wie Fisch es bereits beschrieben hat. Die Entwickelung des Parasiten in der Nährpflanze nimmt damit ihren Anfang. Infectionsversuche gelangen mir leicht mit in Töpfen gezogenen und dann unter Glasglocken gehaltenen Pflanzen, wenn die Blätter mit Wasser bestrichen wurden, in welchem reife Sporen vertheilt waren. Am 24. April inficirte Pflanzen, die ihre belaubten Triebe eben gebildet hatten, zeigten den Anfang der Erkrankung am 20. Mai durch gelbe oder gelbröthliche Flecken der Blätter, in denen das bereits im ganzen Mesophyll verbreitete Mycelium constatirt wurde. Letzteres erstarkt immer mehr und verflechtet sich mit dem Blattgewebe zu dem immer deutlicher werdenden Stroma, in welchem bei jenem Versuche die ersten Spermogonienanlagen am 30. Mai zu bemerken waren.

Noch mögen folgende auf die Verbreitung und Wiederentstehung des Pilzes und der Krankheit bezügliche Daten kurz erwähnt werden.

Das abgefallene Pflaumenblatt verwest, soweit es nicht vom Polystigma-Stroma eingenommen ist, auf dem Boden sehr rasch und ist meist schon gegen das Frühjahr völlig zersetzt. Aber die Stromata, die dann eine mehr schwarzrothe Farbe angenommen haben, persistiren und zwar zum Theil bis in den Juli und sind während dieser Zeit vom April an eine stetige Quelle keimfähiger Sporen. Ihre jetzt mehr oder weniger convexe bis fast gerollte, etwa einer Krebsschale ähnelnde Gestalt lässt sie leicht durch den Wind auf dem Boden fortgerollt werden; die convexe Aussenseite ist die mit den Perithecienmündungen versehene. Noch Ende Juli enthalten solche vom Boden aufgenommene Stromata in einigen Perithecien noch unentleerte Sporen. Thatsächlich kann man auch bis in diese Zeit mit ihnen erfolgreiche Infectionsversuche anstellen. Das Vorkommen noch jugendlicher Stromata neben älteren auch zur späteren Sommerszeit auf den Blättern im Freien erklärt sich hieraus. Bemerkenswerth ist, dass während dieser ganzen Zeit die Keimung der Sporen zurückgehalten wird, so lange sie im Perithecium eingeschlossen sind, auch wenn das Stroma feucht erhalten wird, dass dagegen die Keimung überraschend schnell (bei + 18° C. in zwei Stunden) eintritt, sobald die Sporen auf irgend eine Weise, z. B. künstlich durch Zerschneiden des Stroma, daraus befreit sind; nach 24 Stunden sind dann bereits die gebräunten Haftorgane gebildet. Auf welche Weise im Freien die Ascosporen auf das Laub der Sträucher und Bäume kommen, ist mir nicht vollständig klar geworden. Dass die Sporen, um Infection hervorzubringen, den Weg vom Boden bis nach den Blättern machen können, bewiesen mir erfolgreiche Versuche mit Pflanzen im freien Lande unter grossen Glasglocken, wo nur der Boden rings um die Pflanzen mit Stromata belegt wurde. Eine Ejaculation der Sporen aus den Perithecien, woran ich nach dem Erfolg dieses Versuches, bei welchem die Luft unter der Glocke durch den Wind nicht bewegt wird, dachte, konnte ich bei darauf gerichteten Versuchen nicht constatiren. Verschleppung durch Insecten wäre denkbar. Die spontane Entleerung des Perithecieninhaltes in Form eines Gallertklümpchens, welche Fisch als das Normale beschreibt, habe ich nur sehr selten beobachten können, auch bei fortwährendem Feuchthalten der reifen Stromata; das mag wohl damit zusammenhängen, dass die Perithecien sehr langsam eins nach dem andern sich entleeren. Im Freien dürfte auch durch allmäliges Zerbröckeln des Stroma die Befreiung der Sporen erfolgen. Dass die letzteren auch nach mechanischer Zertrümmerung des Peritheciums keim- und infectionsfähig sind, haben die oben erwähnten Versuche gelehrt.

Ist auf diese Weise unzweifelhaft nachgewiesen, dass die Krankheit durch Vermittelung des pilzbefallenen vorjährigen Pflaumenlaubes entsteht, so würde doch die Beseitigung dieses Laubes kein Vorbeugungsmittel gegen den Wiederausbruch einer schon vorhanden gewesenen Krankheit sein, wenn das Mycelium des Pilzes in den Zweigen des Pflaumenbaumes perenniren und von dort aus in die neuen Triebe eindringen sollte. Aber in keinem Gewebe, selbst mit stark befallenen Blättern versehener Zweige, liess sich eine Spur von Pilzmycelium constatiren. Auch in den Stielen der kranken Blätter ist keines zu finden. Vielmehr kann man nachweisen, dass das Mycelium bereits nahe ausserhalb des Randes des Stroma aufhört und das Blattgewebe schon dort pilzfrei ist. Jedes Stroma ist also ein Pilzindividuum für sich und nur die Folge directer Infection durch Ascosporen entstanden, der Pilz eine einjährige Pflanze.

4. Hypochnus Cucumeris n. sp.

Im Sommer 1882 trat auf den Gurkenpflanzen in den Gärten um die landwirthschaftliche Hochschule in Berlin eine Krankheit auf, welche durch einen Hymenomyceten veranlasst wurde. Von der gewöhnlichen Erkrankung, welche an Gurkenpflanzen, namentlich durch Thrips und durch die rothe Spinne hervorgerufen wird, bestehend im Auftreten zahlreicher kleiner gelber oder bleicher Fleckchen bis auf die jüngsten Blätter, wodurch das Laub allmählig abstirbt, unterscheidet sich die in Rede stehende Krankheit dadurch, dass die bis dahin ganz gesunden und reinen Blätter plötzlich absterben, indem sie von den Spitzen aus sich total gelb färben. Dies schreitet von den unteren Blättern nach den oberen hin fort und endigt mit dem Tode der ganzen Pflanze. Das sind Symptome, welche an Pflanzen eintreten, wenn ihre Wurzeln oder untersten Stengeltheile erkrankt und functionslos geworden oder abgestorben sind. Die dort obwaltende Störung stellte sich hier als ein schon dem unbewaffneten Auge sehr auffallender Pilz heraus, welcher die untersten Theile der Pflanze überzieht. Von der Oberfläche des Bodens, also auf dem dort liegenden oberen Wurzelende beginnend, bedeckt meist mehrere Centimeter weit am Stengel und wohl auch an den untersten Blattstielen emporsteigend eine faserige graue oder bräunlichgraue Pilzhaut die genannten Organe, mit ihrem flockig oder strahlig aufgelösten oberen Rande allmählig auf den Theilen weiter aufwärts kriechend. Diese Haut ist das Mycelium des Pilzes, welches sich in seinen älteren Theilen auf der ganzen Aussenfläche mit einem Hymenium bedeckt, indem überall von den Hyphen aus mehr oder weniger dicht beisammenstehende längliche Basidien sich abzweigen, welche nach Hymenomycetenart auf ihrer Spitze an vier Sterigmen je eine einzellige, ovale, farblose Spore abschnüren. Durch die Sporen erscheint die Oberfläche des Hymeniums pulverig. Die Sporen keimen auf Wassertropfen schon nach 24 Stunden, indem sie aus einem oder beiden Enden einen Keimschlauch von gewöhnlicher Beschaffenheit treiben. Das Mycelium liegt den genannten Theilen der Gurkenpflanze ohne jede Verbindung lose auf, lässt sich leicht davon abziehen, und die Theile erscheinen darunter im allgemeinen frisch und gesund. Aber an einer Stelle der untersten Theile findet man den Pilz in das Innere eingedrungen. Diese Stelle ist durch Absterben und Breiigwerden des Gewebes bezeichnet, und man sieht hier Pilzfäden von der Epidermis aus in das innere Parenchym vordringen, indem sie Membran und Lumen der Zellen quer durchwachsen. Bisweilen findet sich eingedrungener Pilz und Fäulniss des Gewebes an den genannten Punkten auch ohne dass es zur Entwicklung eines äusserlich aufsteigenden Myceliums und eines Hymeniums kommt. Da die eingedrungenen Pilzfäden am leichtesten in nicht verholztem Parenchym sich ausbreiten und dieses verderben, so erliegt am häufigsten das oberste Wurzelende den Angriffen, weil hier die Xylemstränge nur zwei opponirte Phalangen bilden und in der zwischen beiden sich continuirlich durchziehenden Parenchymplatte der Pilz den Wurzelkörper bald quer durchwuchert, so dass der letztere in Folge der Fäulniss dieses Gewebes quer durchspalten wird. Nachdem die Gurkenpflanze hierdurch getödtet worden ist, entwickelt sich der äusserliche Theil des Pilzes auf der Pflanzenleiche nicht weiter. Auch auf anderem leblosen Substrat (z. B. faulem Holz) konnte ich ihn zu keiner merklichen Weiterentwicklung bringen. Der Pilz dürfte also ein echter Parasit sein. Es ist bemerkenswerth, dass er auf den Gurkenbeeten, wo er stark auftrat, auf keiner der anderen dort wachsenden Pflanzen (verschiedenen Unkräutern) anzutreffen war.

7. G. Krabbe: Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Cladoniaceen.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 16. Februar 1883.

Die *Cladoniaceen*, die schwierigste aller Flechtenfamilien, haben stets das Interesse der Botaniker, besonders der Lichenologen in hervorragender Weise in Anspruch genommen. Trotzdem aber ist es bis jetzt noch nicht gelungen, die Entwicklungsgeschichte und Morphologie dieser wegen ihres Formenreichthums fast isolirt dastehenden Pflanzenfamilie aufzuklären. Wir haben daher zur Klarlegung dieser Verhältnisse seit einigen Jahren die *Cladoniaceen* zum Gegenstand unserer Untersuchung gemacht und wollen im Folgenden das Ergebniss dieser Untersuchungen in Kürze zu skizziren suchen. Hierbei werden, wie auch von einer Skizze nicht anders zu erwarten ist, manche Punkte nicht bis zu einem vollkommen klaren Verständniss erläutert werden können; verschiedene Fragen müssen sogar vollständig unerörtert bleiben. Diese Versäumnisse sollen aber in einer späteren, ausführlicheren Arbeit unter Zugrundelegung von Abbildungen nachgeholt werden.

Zur vorherigen Orientirung ist Folgendes nothwendig voraus zu schicken. Die *Cladoniaceen* unterscheiden sich von allen andern Flechten durch den in doppelter Form zur Entwicklung kommenden Thallus. Dieser besteht einmal aus einem horizontal ausgebreiteten, und dann aus einem verticalen, je nach den einzelnen Arten verschieden gestaltetem Theile, dem sogenannten Podetium. An diesem, so nimmt man an, entstehen die eigentlichen Apothecien und Spermogonien.

Es fragt sich nun, gehören diese vielgestaltigen Podetien in Wirklichkeit zum Thallus, und wenn nicht, wie sind dieselben morphologisch zu deuten?

Abgesehen von *Cl. Papillaria* und von der Gattung *Stereocaulon* können wir diese Frage kurz folgendermassen beantworten: Die Podetien der *Cladonien* gehören nicht zum Thallus, repräsentiren vielmehr einen Theil des reproductiven Sprosses, indem sie mit den bisher als Apothecien und Spermogonien bezeichneten Gebilden den eigentlichen Fruchtkörper darstellen. Es ist demnach, um ein allbekanntes Beispiel anzuführen, das reich verzweigte, strauchförmige Podetium von *Cl. rangiferina* mitsammt den in manchen Fällen die Zweigenden abschliessenden braunen Köpfchen (bisher als Apothecien bezeichnet) der Fruchtkörper dieser Flechte. *Cl. rangiferina* besitzt mit andern Worten ein reichverzweigtes Apothecium und Spermogonium. Wir wollen diese Behauptung an einer einfacher gebauten *Cladonie*, an *Cl. decorticata* zu beweisen suchen.

Diese Flechte ist durch einen ziemlich stark entwickelten laubartigen Thallus mit ausgeprägter Rinden-, Gonidien- und Markschicht charakterisirt. Das als Podetium bezeichnete Gebilde nimmt an der Grenze der Rinden- und Gonidienschicht seinen Ursprung, entsteht also endogen. Durch localisirte Sprossung der Thallushyphen gelangt an der bezeichneten Stelle ein kleines Faserbündel zur Ausbildung, welches mit seinem Scheitel bald nach seiner Anlage die Rindenschicht des Thallus durchbricht. In derartigen, bis dahin aus gleichwerthigen Elementen bestehenden Sprossanlagen kommen einige dickere, plasmareichere Hyphen zum Vorschein, die sich bei Behandlung mit Jodlösung blau färben. Die sich blau färbenden Hyphen sind die bekannten Schlauchfasern. Ihre Entstehungsweise soll einstweilen nicht in Betracht gezogen werden, da es vorerst darauf ankommt, den morphologischen Werth des sogenannten Podetiums festzustellen. — Während an dem Scheitel der einige Millimeter über den Thallus hervorragenden Sprossanlage die Paraphysenbildung stattfindet, verzweigen sich im Innern die ascogenen Hyphen zu einem dichten Geflecht und gehen dann zur Schlauchbildung über. In Bezug auf Differenzirung ist nunmehr der junge Spross zu einem vollkommen ausgebildeten Fruchtkörper geworden. Von einem Podetium thallöser Natur, an dem erst später die Apothecien entstehen sollen, kann hier gar keine Rede sein.

Das Wachsthum des jungen Fruchtkörpers ist jedoch mit dem bezeichneten Stadium nicht abgeschlossen; durch ein nachträgliches starkes intercalares Wachsthum des Gewebes unterhalb des Hymeniums wird dieses auf einem Stiel emporgehoben. In Folge unregelmässigen Wachsthums der verschiedenen Seiten dieses Stieles und zum Theil auch des Hymeniums wird der ganze Fruchtkörper nach und nach in mehrere Theile zerrissen, die darauf selbständig weiter wachsen. Der Fruchtkörper bekommt so ein verzweigtes Aussehen. Da diese durch Zerreissung entstandenen Zweige durch heranfliegende Algen zu lebhaften Sprossungen angeregt werden, wodurch an ihrer Peripherie thallöse Gewebepartien zur Ausbildung gelangen, so erhält der ganze Fruchtkörper schliesslich, mit Ausnahme der die Zweigenden abschliessenden Hymenialpartien, einen thallusartigen Charakter.

Man betrachtete nun, durch den äusseren Schein verleitet, diese Zweige (Podetium) als Thallus, und die braun gefärbten mit einem Hymenium bedeckten Enden derselben als Apothecien, welche durch besondere Sprossung aus jenen Zweigen hervorgehen sollten.

Genau so, wie der Sporen erzeugende Spross, entsteht bei *Cl. decorticata* das Spermogonium. Durch localisirte Sprossung der Thallushyphen an der obersten Grenze der Gonidienschicht entwickelt sich ein homogenes Faserbündel, welches allmälig den Thallus durchbricht und dann in seinem Scheitel die ersten Sterigmen bildet. Bis zu diesem Stadium ist weder in der anatomischen Beschaffenheit noch in der Wachsthumsweise etwas zu finden, wodurch sich ein Spermatien erzeugender Spross von einem Sporen produzirenden unterscheiden liesse. Erst mit dem Auftreten bestimmter Hyphen, der Sterigmen oder Schlauchfasern, ist man zu entscheiden im Stande, ob eine Sprossanlage zum Apothecium oder Spermogonium wird. Sobald die Sterigmenbildung bis zum Beginn der Spermatienabschnürung vorgeschritten ist, bildet sich im Scheitel des Spermogoniums eine runde Oeffnung für den Austritt der Spermatien.

Was den Ort der Spermatienabschnürung betrifft, so verdient es vielleicht hervorgehoben zu werden, dass diese nur in dem über den Thallus hervorragenden Scheiteltheile des Sprosses stattfindet, wodurch sich die *Cladonien*, soviel ich weiss, von allen anderen Flechten unterscheiden. Mit Rücksicht hierauf könnten die Spermogonien der *Cladonien* gymnokarp genannt werden. Ein nachträgliches intercalares Wachsthum kommt bei den Spermogonien nicht zur Geltung, und so bleiben diese bedeutend kleiner als die Apothecien.

Bereits aus dieser flüchtigen Darlegung des Entwicklungsganges der Apothecien und Spermogonien von *Cl. decorticata* geht nach meiner Meinung mit hinreichender Klarheit hervor, dass ein Podetium in der bisher definirten Weise überhaupt nicht vorhanden ist. *Cl. decorticata* besitzt frühzeitig, oft schon im Thallus sich differenzirende Spermogonien und Apothecien, von denen die letzteren in Folge secundärer Vorgänge verschiedener Art äusserlich einen thallusartigen Charakter bekommen. An *Cl. decorticata* schliessen sich in allen wesentlichen Punkten *Cl. fungiformis*, *Cl. cariosa*, *Cl. bacillaris*, *Cl. macilenta*, *Cl. incrassata*, und zum Theil auch *Cl. Botrytes* und *endiviaefolia* an.

Die meisten *Cladonien* zeigen jedoch, was den Entwicklungsgang und Polymorphismus des Fruchtkörpers betrifft, viel complicirtere Verhältnisse. Wir wollen diese an *Cl. alcicornis* klar zu legen suchen. Aus dem laubartigen Thallus dieser Flechte entstehen Apothecien und Spermogonien, welche sich entweder schon im Thallus oder unmittelbar nach Durchwachsung desselben differenziren, und von Einzelheiten abgesehen mit den Fruchtformen der vorhin aufgezählten *Cladonien* in den Hauptpunkten übereinstimmen. Nur bleibt das Apothecium kleiner und ist zuweilen kaum gestielt, weil ein intensives intercalares Wachsthum nach Anlage des Hymeniums nicht stattfindet. Ausser diesen einfachen Formen besitzt aber *Cl. alcicornis* noch andere, die der richtigen Deutung grössere Schwierigkeiten darbieten. Zwischen den Apothecien- und Spermogonienanlagen, mit diesen in derselben Region des Thallus, entstehen Sprosse, welche zwar in ihrer Anlage und in ihrem anfänglichen Entwicklungsgange mit den bisher erörterten Fruchtformen übereinstimmen, sich aber von diesen dadurch wesentlich unterscheiden, dass sie sich nicht unmittelbar oder bald nach ihrer Entstehung differenziren, sondern eine Zeit lang ununterbrochen weiter wachsen, indem ihr Gewebe homogen bleibt. Hat ein derartiger Spross eine gewisse Grösse erreicht, dann stellen die Fasern in der Mitte des halbkugeligen Scheitels ihr Wachsthum ein, während die peripherisch gelegenen um so intensiver fortwachsen. Da sich in Folge dieses Vorganges der Scheitel abflacht und sich kraterförmig vertieft, so nimmt der Spross nach und nach eine trichter- oder trompetenförmige Gestalt an. Abgesehen von den oft complicirten Wachsthumsvorgängen, die durch heranfliegende Algen sowohl an der Peripherie als auch in der Trichtereinsenkung des Sprosses eingeleitet werden, zeigt dieser vorläufig weiter keine Veränderung, als Grössenzunahme. Verfolgt man das Wachsthum derartiger Sprosse Schritt für Schritt weiter, so lässt sich an manchen derselben die Beobachtung machen, wie zwischen den Scheitelfasern des Trichterrandes mit der Zeit dickere plasmareichere Hyphen sichtbar werden, die sich durch Jod blau färben. Es sind also ohne Zweifel Schlauchfasern. Sobald sie erscheinen, hört das Scheitelwachsthum des Sprosses auf, und auf dem ganzen Rande desselben beginnt die Paraphysenbildung. Der Trichterrand bildet sich so allmälig, gerade so wie der Scheitel der Fruchtformen, welche sich frühzeitig differenziren, zum Hymenium um. Darnach können wir über die morphologische Deutung dieses trichterförmigen Sprosses bei *Cl. alcicornis* nicht mehr im Unklaren sein; er ist nichts anderes als ein Fruchtkörper eigenthümlicher Gestalt, ein trichterförmiges Apothecium, welches nur an seinem äusseren Rande ein Hymenium entwickelt. So klar, wie in diesem Falle, liegen zwar die Verhältnisse selten, um aber die Sache nicht zu compliciren, müssen wir uns an möglichst einfache Formen halten.

Von den verschiedenartigen Erscheinungen, die späterhin an diesem trichterförmigen Apothecium eintreten, verdient hier hervorgehoben zu werden, dass in den meisten Fällen die anfänglich zusammenhängende Lamina durch secundäre Vorgänge verschiedener Art zerrissen wird. Es isoliren sich so einzelne Hymenialpartien, die äusserlich den Eindruck besonderer Apothecien machen und, wie bekannt, bisher auch als solche beschrieben wurden.

Die Schlauchfaserbildung geht jedoch nicht bei allen Sprossen in räumlicher Beziehung ununterbrochen auf dem ganzen Trichterrande vor sich. Nicht selten entstehen die Schlauchfasern im Trichterrande nur an einzelnen Stellen von grösserer oder geringerer Ausdehnung. Da an derartigen Sprossen die Paraphysenbildung auch nur an solchen Stellen mit Schlauchfasern stattfindet, so differenziren sich hier von Hause aus besondere Partien des Trichterrandes zum Hymenium, die durch sterile Gewebepartien getrennt sind. Es ist dieser Fall offenbar nur eine Modifikation jenes ersten, in welchem der ganze Rand zum Hymenium wurde; und wie dort, so muss auch hier auf Grund der Entwicklungsgeschichte der ganze Spross mit seinen isolirten Hymenialpartien als morphologische Einheit, d. h. als Fruchtkörper betrachtet werden.

Es findet jedoch keineswegs immer eine Umwandlung des trichterförmigen Sprosses zum Apothecium statt. Gerade so häufig sind die Fälle, wo auf dem Trichterrande unmittelbar durch seitliche Aussprossung der Hyphen, also ohne vorhergehende besondere Sprossbildung, Sterigmen zur Ausbildung gelangen. Ist die Sterigmenbildung bis zur Abschnürung der Spermatien vorgeschritten, dann entstehen auf dem Trichterrande eine Anzahl rundlicher Oeffnungen, aus denen die Spermatien austreten. Eine solche Oeffnung führt entweder in eine krugförmige Vertiefung — dies ist der einfachste Fall — oder in verschiedenartig gewundene Kammern, deren Wände von den Spermatien abschnürenden Sterigmen bekleidet sind. Da die Randpartien, an denen Sterigmenbildung stattfindet, meistens durch etwas lebhafteres Wachsthum über das Niveau des Trichterrandes hervortreten und so gleichsam papillenförmige Erhebungen desselben bilden, so hat es bei oberflächlicher Betrachtung ganz den Anschein, als ob diese Partien, die einem Spermogonium früher Differenzirung oft ziemlich ähnlich sehen, aus besonderen Anlagen hervorgegangen seien. Es darf uns dieser Schein jedoch in der morphologischen Deutung des ganzen Sprosses nicht irre führen. Wir sahen bereits, dass auch bei den Sporen erzeugenden Sprossen Fälle vorkommen, wo nicht der ganze Trichterrand von der Schlauchfaserbildung in Anspruch genommen wird und wo daher scheinbar besondere Apothecien zur Entwicklung kommen. In Uebereinstimmung hiermit muss auch im vorliegenden Falle der trichterförmige Spross als morphologische Einheit aufgefasst werden. Wir haben einen Spermatien erzeugenden Spross von trichterförmiger Gestalt, oder was dasselbe ist, ein trichterförmiges Spermogonium vor uns. Uebrigens kommt es auch vor, dass sich die Sterigmenbildung fast auf den ganzen Trichterrand, ohne durch sterile Gewebepartien unterbrochen zu werden, ausdehnt. Für den Austritt der Spermatien bilden sich dann, statt rundliche, schlitz- oder spaltenförmige Oeffnungen, je nach dem Umfang der Spermatien abschnürenden Partien von grösserer oder geringerer Ausdehnung.

Bisher sind nur solche Fälle in Betracht gezogen worden, in denen der sich erst spät differenzirende trichterförmige Spross von *Cl. alcicornis* entweder zum Apothecium oder Spermogonium wurde. Es kommt aber auch vor, dass ein derartiger Spross zwitterig wird in sofern, als an der einen Stelle des Trichterrandes Schlauchfasern, an einer andern Sterigmen zur Ausbildung gelangen. Diese verschiedenartige

Differenzirung der kreisförmigen Scheitelkante mancher Sprosse ist keiner Regel unterworfen; bald wird der grössere Theil des Randes zum Hymenium, während die Sterigmenbildung nur wenig Raum in Anspruch nimmt, bald findet das Umgekehrte statt. Gewöhnlich wechseln Sporen erzeugende mit Spermatien abschnürenden Gewebepartien in bunter Reihenfolge ab.

Ausser den bisher aufgeführten Sprossformen finden sich bei *Cl. alcicornis* endlich solche, welche sich überhaupt nicht differenziren, vielmehr zeitlebens in einem sterilen Zustande verharren.

Dies sind die typischen Formen des Fruchtkörpers, die *Cl. alcicornis* besitzt. Unsere Untersuchung hat sechs verschiedene Sprossformen ergeben. Diese stimmen zwar in ihrer Anlage und in ihrem anfänglichen Entwicklungsgange genau überein, trennen sich aber bald in zwei Kategorien, indem die einen sich bald, die andern erst später, nachdem sie zu ziemlicher Grösse herangewachsen sind, differenziren. Es wird nun, um eine kurze, präzise Bezeichnungsweise für die verschiedenen Sprossformen zu haben, nothwendig, für dieselben besondere Benennungen einzuführen. Die sich unmittelbar nach ihrer Anlage differenzirenden Sprosse mögen *formae priores*, diejenigen Sprosse aber, die erst später hierzu übergehen und gewöhnlich eine von den vorigen abweichende Gestalt annehmen, *formae posteriores* genannt sein. Die *formae priores* enthalten einfache Spermogonien und Apothecien, von denen nur die letzteren oft nachträglich eine complicirtere Gestalt annehmen. Von den *formae posteriores* nennen wir den Sporen erzeugenden Spross „Diapothecium“, dem entsprechend den Spermatien abschnürenden Spross „Diaspermogonium“. Der Sporen und Spermatien zugleich produzirende Spross soll als „Disomatium“, und der sterile, d. h steril in Bezug auf Schlauch- und Sporenbildung, als „Asporum“ bezeichnet werden.

Mit der Fixirung dieser sechs verschiedenen Fruchtformen von *Cl. alcicornis* haben wir uns den Schlüssel zum morphologischen Verständniss fast der ganzen Gattung verschafft, denn die Fruchtformen der übrigen *Cladonien* lassen sich zum grössten Theil auf diese typischen Formen zurückführen.

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten *Cladonien* zusammengestellt mit Rücksicht auf die Fruchtformen, welche jede Art besitzt. — Zuvor aber heben wir noch ausdrücklich hervor, dass die morphologischen Verschiedenheiten des Cladonienfruchtkörpers keiner physiologischen Erklärung fähig sind, in sofern nämlich als aus den ungleichartigen äusseren Einwirkungen, wie sie die Standortsverhältnisse mit sich bringen, die verschiedenartigen, oft unmittelbar nebeneinander vorkommenden Fruchtformen nicht erklärt werden können. Auf eine phylogenetische Erörterung des Gegenstandes können wir uns hier nicht einlassen.

Wie sich eigentlich von selbst versteht, soll in der folgenden Tabelle mit dem + Zeichen hinter einer Art das Vorhandensein der am Kopfe der betreffenden Columne verzeichneten Fruchtform angegeben werden, während dort, wo eine Fruchtform nicht vorhanden, die Columne hinter der betreffenden Art leer gelassen ist.

	Artnamen	Formae priores		Formae posteriores			
		Apothecium	Spermogonium	Diapothecium	Diaspermogonium	Disomatium	Asporum
1	Cl. decorticata Flk.	+	+				
2	„ fungiformis Wulf.	+	+				
3	„ cariosa Flk.	+	+				
4	„ bacillaris Leight	+	+				
5	„ macilenta Ehrh.	+	+				
6	„ incrassata (?) Flk.	+	+				
7	„ squamosa Hoffm.	+	+				
8	„ botrytis Hag.	+	+				
9	„ endiviaefolia Dicks.	+	+		+		
10	„ turgida Ehrh.		+	+	+	+	
11	„ alcicornis Light.	+	+	+	+	+	+
12	„ pyxidata L.		+	+	+	+	+
13	„ cervicornis Ach.		+	+	+	+	+
14	„ digitata L.		+	+	+	+	+
15	„ fimbriata L..			+	+	+	+
16	„ crenulata Flk.			+	+	+	+
17	„ degenerans Flk.			+	+	+	+
18	„ ochrochlora Flk..			+	+	+	+
19	„ cenotea Flk.			+	+	+	+
20	„ Cornucopioides L.			+	+	+	+
21	„ bellidiflora Ach..			+	+	+	+
22	„ carneola Fr.			+	+	+	+
23	„ furcata Schreb. (?)			+	+	+	+
24	„ amaurocraea Flk.			+	+	+	+
25	„ stellata Schaer.			+	+	+	+
26	„ rangiferina L.			+	+	+	+

Da auf eine spezielle Besprechung der vorstehenden Tabelle in Bezug auf die einzelnen Arten hier verzichtet werden muss, so gehen wir direkt zur kurzen Erledigung einiger entwicklungsgeschichtlicher Punkte über. Die wichtigste Frage, nämlich die nach der Art und Weise der

Entstehung und Weiterentwicklung des Fruchtkörpers können wir folgendermassen beantworten. Anlage und Differenzirung sowohl der *formae priores* als auch der *formae posteriores* geht ohne Betheiligung eines Sexualaktes vor sich; der Entwicklungsgang des Fruchtkörpers ist von Anfang bis zu Ende ein rein vegetativer.

An der obersten Grenze der Gonidienschicht entstehen durch seitliche Sprossung weniger Thallushyphen einige zartwandige Fasern, welche mehr oder weniger parallel unter einander nach oben wachsen und, während sie sich zu einem kleinen Bündel verzweigen, allmälig die Rindenschicht des Thallus durchbrechen. Bereits in derartigen Faserbündeln lassen sich bei den *formae priores* die ersten ascogenen Hyphen nachweisen. Sie entstehen so, dass eine gewöhnliche Sprossfaser zu einer bestimmten Zeit lebhafter zu wachsen beginnt und während ihres Scheitelwachsthums nach und nach dickere, plasmareichere Zellen abschnürt. Der Uebergang einer sterilen Hyphe in eine ascogene findet, wie ich es bereits früher für die Gattung *Sphyridium* (Botan. Zeit. 1882, S. 73) klargelegt habe, ganz allmälig statt; es lassen sich keine bestimmten Zellen angeben, von denen an gerechnet eine Faser als ascogen bezeichnet werden könnte.

Mit dieser anatomischen Veränderung einer vegetativen Hyphe beim Uebergang in den fertilen Zustand geht bei manchen *Cladonien* eine chemische Umwandlung der Zellmembran Hand in Hand, da sich dieselbe unter Zusatz von Jodlösung blau färbt. Diese Blaufärbung tritt um so intensiver hervor, je mehr eine Faser in ihren anatomischen Merkmalen den Charakter einer Schlauch erzeugenden Hyphe annimmt. Und in dem Maasse, als eine fertile Faser nach unten sich der vegetativen Form nähert, verschwindet diese Blaufärbung. Es lässt sich also auch diese nicht auf bestimmte Zellen begrenzen.

Was den Ort der Schlauchfaserbildung betrifft, so kommen für gewöhnlich an verschiedenen Stellen innerhalb einer Sprossanlage ascogene Hyphen zur Entwicklung. Sind sie jedoch in einer gewissen Anzahl vorhanden, dann entstehen keine neuen mehr, und ihre weitere Vermehrung beruht auf einer Verzweigung der vorhandenen.

Die soeben dargelegte Entstehungsweise der ascogenen Hyphen ist Grossen und Ganzen bei allen *Cladonien* dieselbe.

Ein eigenthümliches Verhalten der Schlauchfasern, wodurch fast sämmtliche *Cladonien* mehr oder weniger charakterisirt sind, verdient mit einigen Worten näher erläutert zu werden. Es gehen die ascogenen Hyphen, nachdem sie oft in grosser Anzahl in typischer Form zur Ausbildung gelangt sind, wiederum in den vegetativen Zustand über. Diese Umwandlung vollzieht sich in der Weise, dass die Scheitelzelle einer fertilen Hyphe, anstatt zum Schlauche zu werden, sich streckt und in ihrem weiteren Wachsthum nur noch vegetativ geformte Zellen abschnürt. Aber nicht nur die Scheitelzelle, sondern auch die weiter rückwärts liegenden nehmen durch Streckung allmälig wieder die Form vegetativer Zellen an. Die ganze Umwandlung schreitet demnach in basipetaler Richtung fort.

Mit dem Auftreten und Fortschreiten dieser anatomischen Veränderung einer Schlauchfaser tritt auch eine Aenderung in der Beschaffenheit der Zellmembran ein, da dieselbe die Eigenschaft, sich mit Jod blau zu färben, allmälig verliert. So kann man nicht selten die Beobachtung machen, dass eine Faser in ihrem oberen bereits vegetativ gewordenen Theile einer Jodlösung gegenüber unverändert bleibt, während sie in ihrem unteren noch nicht metamorphosirten Theile das normale Verhalten zeigt.

Da von diesem Umwandlungsprozess der ascogenen Hyphen die sonstigen Wachsthumsvorgänge (Paraphysenbildung u. s. w.) des Fruchtkörpers sehr oft unbeeinflusst bleiben, so gelangen nicht selten, bei manchen *Cladonien* fast stets, Hymenien zur Entwicklung, die äusserlich normal aussehen, bei näherer Untersuchung aber keine Spur von Schläuchen und Schlauchfasern, d. h. fertilen enthalten. In Bezug auf diese vegetative Rückbildung der ascogenen Hyphen lässt sich nun die interessante Regel aufstellen, dass sie um so eher und intensiver auftritt, je grösser der Fruchtkörper wird, bevor er sich differenzirt. Während die *formae priores* das in Rede stehende Verhalten der ascogenen Hyphen verhältnissmässig selten und in wenig ausgeprägter Weise zeigen, sind die *formae posteriores* durchweg durch eine intensive Metamorphose der Schlauchfasern ausgezeichnet. Bei manchen *Cladonien*, z. B. *cervicornis*, geht dies oft so weit, dass es nur noch äusserst selten, vielleicht gar nicht mehr zur Sporenbildung kommt. Da doch nun in der Production von Schläuchen und Sporen der Hauptzweck eines Apotheciums liegt, so lässt sich jedenfallsdie Behauptung rechtfertigen, dass die *Cladonien* eine in der Degeneration begriffene Pflanzengattung repräsentiren.

Oft tritt in der vegetativen Rückbildung der Schlauchfasern, nachdem dieselben eine Zeit lang angedauert hat, ein Stillstand ein, und während des ferneren Wachsthums derselben kommt der fertile Charakter wiederum zum Vorschein. Nun findet entweder Schlauchbildung statt oder die Schlauchfasern werden nochmals vegetativ.

Aber nicht nur die ascogenen Hyphen, sondern auch die Schläuche können, so lange in ihnen noch keine Sporenbildung stattgefunden hat, vegetativ auswachsen.

Dieses Verhalten der Schläuche habe ich bis jetzt nur bei *Cl. stellata* zu beobachten Gelegenheit gehabt, es ist mir aber nicht zweifelhaft, dass sich auch an anderen *Cladonien* dieselben Erscheinungen finden werden.

Es wäre hier vielleicht der geeignete Ort, um im Anschluss an das soeben dargelegte Verhalten der Schläuche und Schlauchfasern auf die Sprossungen des Cladonienfruchtkörpers etwas näher einzugehen. Wir müssen jedoch auf eine Erörterung dieser oft sehr complicirten Verhältnisse an dieser Stelle vollständig verzichten, da eine verständliche Darstellung derselben nur an der Hand von Abbildungen möglich ist. Aus demselben Grunde können die spezielleren Wachsthumsverhältnisse der Fruchtkörper, die Gesetze, nach denen die verschiedenen Formen entstehen und in einander übergehen, hier nicht in Betracht gezogen werden. Ebenso müssen die durch heranfliegende Algen an dem Fruchtkörper hervorgerufenen Wachsthumserscheinungen, durch welche die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung und die morphologische Deutung der verschiedenen Sprosse nicht unbedeutend erschwert wird, hier unberücksichtigt bleiben.

Was den Thallus (Protothallus Körber's) betrifft, so ist hervorzuheben, dass derselbe bei manchen *Cladonien*, z. B. *Cl. furcata*, *amaurocraea*, *Cl. stellata*, *Cl. rangiferina* noch nicht gefunden und daher noch unbekannt ist. Wie derselbe trotzdem in einigen systematischen Werken als krustenförmig bezeichnet werden kann, ist mir, wie noch vieles andere in dieser Hinsicht unerklärlich.

Nach langem vergeblichen Bemühen ist es mir endlich gelungen, wenigstens den Thallus der *Cl. rangiferina* aufzufinden. Dies war für mich von grosser Wichtigkeit, weil es mir darauf ankam, gerade für diese kosmopolitische Flechte den direkten Beweis liefern zu können, dass das als Thallus betrachtete strauchförmige Podetium nur einen Theil des Fruchtkörpers darstellt. Der Thallus von *Cl. rangiferina* besteht aus kleinen oft nur Hirsekorn grossen Schüppchen, die durch gonidienfreie Gewebepartien unter einander in Verbindung stehen. Aus der Gonidienschicht dieses Thallus entspringt durch vegetative Sprossung der strauchförmige Fruchtkörper, dessen Zweigenden im fertilen Zustande das Hymenium repräsentiren.

An dieser Stelle wollen wir auch kurz auf einige interessante biologische Verhältnisse des Thallus und des Fruchtkörpers hinweisen. Während der Fruchtkörper bekanntlich fast nur auf dem Erdboden vorkommt, entwickelt sich nach meinen bisherigen Beobachtungen der Thallus an Baumrinden, abgestorbenen Aesten, an entblössten Wurzeln oder auf nacktem Gestein. Nachdem hier die jungen Fruchtkörper entstanden sind, bleiben sie so lange im Wachsthum stehen, bis sie durch irgend welche Ursachen (Regen, Wind u. s. w.) an Orte gelangen, die sich wenigstens zeitweise durch eine länger anhaltende Feuchtigkeit auszeichnen. Hier geht der Thallus, sofern dies nicht schon vorher geschehen, zu Grunde, während die Fruchtkörper kräftig weiter wachsen. Das Wachsthum des Thallus und des Fruchtkörpers ist also an verschiedene physikalische Bedingungen geknüpft, die in der Natur in den verschiedenen Standortsverhältnissen gegeben sind. So ist es auch erklärlich, warum der Thallus von *Cl. rangiferina* bisher nicht gefunden wurde; man hat ihn jedenfalls nur an den Standorten des Fruchtkörpers und wie auch nicht anders zu erwarten, vergeblich gesucht. — Für die Fortentwicklung der Fruchtkörper ist zwar nicht immer ein Ortswechsel unumgänglich nothwendig; auf Steinblöcken und nacktem, felsigem Boden können sich auch die Fruchtkörper an dem Standorte des Thallus weiter entwickeln, aber erst dann, wenn durch eine Vegetation von Moospflanzen und anderen Flechten eine Decke gebildet ist, die die Bedingungen einer längere Zeit anhaltenden Feuchtigkeit gewähren.

Wie der Thallus der übrigen strauchförmigen *Cladonien* beschaffen und ob überhaupt ein solcher vorhanden ist, darüber bin ich bis jetzt noch zu keinem bestimmten Resultat gekommen. Jedoch glaube ich es nach meinen bisherigen Beobachtungen als ziemlich gewiss hinstellen zu können, dass *Cl. stellata* keinen Thallus mehr besitzt. Ist dies der Fall, dann gewinnt die Frage nach der Fortpflanzung des Fruchtkörpers ein nicht unbedeutendes Interesse. — Der Fruchtkörper von *Cl. stellata* pflanzt sich, so viel ich gesehen, nur noch auf dem Wege der Sprossung und zwar in folgender Weise fort. Bei anhaltender Trockenheit sind die Fruchtkörper ziemlich spröde, so dass sie sehr leicht in Stücke zerbrechen. Es können daher von einem Standort derselben Bruchstücke durch den Wind oder sonstige Ursachen mit Leichtigkeit nach anderen Gegenden befördert werden. Sind an solchen Orten die Existenzbedingungen günstig, dann bilden sich an verschiedenen Stellen der Bruchstücke neue Strosse, die sich zu Fruchtkörpern entwickeln. Wir haben hier also einen Fall, wo die physiologische Unabhängigkeit des Fruchtkörpers vom Thallus bereits die morphologische herbeigeführt hat. Sprossungen des Fruchtkörpers sind ja keine so seltene Erscheinungen; sie finden sich nicht nur bei den *Cladonien*, sondern, wie ich bereits früher gezeigt habe, auch in anderen Flechtenfamilien in den mannigfaltigsten Formen; allein dass ein Fruchtkörper mit Ueberspringung des Thallus sich nur noch auf diesem Wege aus sich selbst fortpflanzt, dafür ist mir weiter kein Beispiel bekannt.

Was nun die oben nachgewiesene ungeschlechtliche Entstehung und Differenzirung des Cladonienfruchtkörpers betrifft, so hat mich dieses Ergebniss, welches zu den von Stahl bei den *Collemaceen* beobachteten Thatsachen im geraden Gegensatz steht, veranlasst, die Resultate Stahls nachzuuntersuchen. Meine Untersuchungen beziehen sich auf *Collema pulposum*[1]) und nach dem, was ich an dieser Flechte gesehen habe, muss ich die Resultate Stahls in den Haupt-

---

1) Herrn Dr. H. Ambronn sage ich für die freundliche Uebersendung frischen Materials meinen verbindlichsten Dank.

punkten vollständig bestätigen. Es ist mir fast unbegreiflich, wie man die hier so überaus charakteristisch ausgebildeten Carpogone so lange hat übersehen können. An reichlich fructificirenden Thalluslappen sind sie beinahe auf jedem Schnitt in grösserer Anzahl zu finden. Eine Copulation der Spermatien mit den Trichogynenden bestimmt zu beobachten, ist auch mir, ebenso wie Stahl, nicht gelungen, und darum steht auch der Sexualakt der *Collemaceen* noch nicht über allen Zweifel fest. Ich sehe aber nicht ein, wie man diese charakteristischen Gebilde vorläufig anders als weibliche Conceptionsorgane deuten soll. Zwischen *Collemaceen* und *Cladonien* besteht sonach eine tiefe Kluft, an deren Ueberbrückung durch Uebergangsglieder bei unsern mangelhaften Kenntnissen der Entwicklungsgeschichte der übrigen Flechten vorläufig nicht gedacht werden kann.

Doch nun zurück zu unsern *Cladonien!* Angesichts der Thatsache, dass die Entwicklung des Sporen erzeugenden Sprosses ohne Betheiligung eines Sexualaktes vor sich geht, drängt sich uns in erster Linie die Frage nach der Bedeutung der Spermatien bei den *Cladonien* auf. Ich bin aber ausser Stande, diese Frage zur Zeit in befriedigender Weise beantworten zu können. Wer auf nicht streng zu beweisende Ansichten etwa Gewicht legt, für den sei bemerkt, dass ich sie für Conidien, d. h. für vegetative Fortpflanzungsorgane halte. Sie als rudimentäre Organe zu deuten, woran man zuerst denkt, hat in Anbetracht der ungeheuern Massen, in welchen diese Gebilde bei den *Cladonien* producirt werden, zum Mindesten etwas Gezwungenes.

Die Sporenproduktion, verglichen mit der Spermatienentwicklung, ist bei allen *Cladonien* nahezu gleich Null zu setzen. Während der Sporen erzeugende Spross unter andern Erscheinungen besonders in der vegetativen Rückbildung der Schlauchfasern und der oft ziemlich ausgeprägten Sterilität seine rudimentäre Natur zu erkennen giebt, ist Derartiges bei einem Spermatien abschnürenden Spross niemals zu beobachten. Wo auch immer Sterigmenbildung stattfindet, geht die Entwicklung ununterbrochen in normaler Weise bis zur ausgiebigen Spermatienabschnürung vor sich.

Es werden aber nicht nur Spermatien in grosser Menge producirt, auch die Zahl der Spermogonien übersteigt diejenige der Apothecien bedeutend. Wie ein Blick auf vorstehende Tabelle lehrt, besitzen einige *Cladonien* unter den *formae priores* keine Apothecien mehr, während die Spermogonien noch vorhanden sind. Bei *Cl. endiviaefolia* kommen Apothecien nur noch selten zur Entwicklung, während sowohl Spermogonien als auch Diaspermogonien in nicht geringer Anzahl vorkommen.

In Bezug auf Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Fruchtkörper weicht *Cl. Papillaria* von allen übrigen *Cladonien* ab. Schon der Thallus ist durch eigenthümliche Wachsthumserscheinungen charakterisirt, wie sie so ausgeprägt bei keiner andern *Cladonie* vorkommen. In jugendlichen Stadien besteht derselbe aus einzelnen isolirten Schüppchen, die durch Flächenwachsthum bald in seitliche Verbindung treten und dann eine ziemlich dicke, mantelartige Decke auf dem Substrat bilden. Einerseits durch Sprossungen aus der Gonidienschicht, andererseits durch ein intensives, örtlich auftretendes intercalares Wachsthum erfährt der krustenförmige Thallus vielfache Veränderungen. Sowohl die aus dem Thallus hervorbrechenden Sprosse, als auch die in Folge intensiven localen Wachsthums hervorgerufenen wulstförmigen Erhebungen breiten sich flächenförmig aus und bilden so auf der Oberfläche des Mutterthallus einen secundären, der nach unten mit dem ersten verwächst. Dieser Prozess kann sich wiederholen, und so führt ein Schnitt durch ein älteres Lager von *Cl. Papillaria* oft durch mehrere Thallusschichten, deren Alter, wie bei geologischen Formationen von oben nach unten zunimmt. Was das bei dieser Flechte auftretende eigenthümliche Gebilde (Pseudopodetium) und die Apothecien und Spermogonien betrifft, so verweise ich auf das, was bereits früher hierüber mitgetheilt wurde (Bot. Zeit. 1882, S. 108 ff.). Die entwicklungsgeschichtlichen und morphologischen Verhältnisse von *Cl. Papillaria* sind jedenfalls so eigenthümlicher Natur, dass diese Flechte ohne Zweifel als besondere Gattung von den übrigen *Cladonien* getrennt werden muss. Doch ist hier nicht der Ort, derartige Fragen zu discutiren.

Die Untersuchungen an der Gattung *Stereocaulon* sind noch nicht zu einem definitiven Abschluss gebracht worden. Darum beschränke ich mich hier auf die Hervorhebung folgender, jedenfalls wichtigsten, Thatsache. Die Gattung Stereocaulon weicht in ihrem Entwicklungsgange und in ihren morphologischen Verhältnissen von der Gattung *Cladonia* ganz und gar ab. Während es sich hier herausstellte, dass die als Thallus gedeuteten Podetien nichts anders als einen Theil des Fruchtkörpers repräsentiren, gehören die Podetien der Gattung *Stereocaulon* in Wirklichkeit zum Thallus. Sie gehen nicht aus besonderen Anlagen im Thallus hervor, sondern sind nur ein weiter vorgeschrittenes Entwicklungsstadium derselben. Eine Erörterung der Details soll später gegeben werden.

Auf Grund unserer Ergebnisse lassen sich in systematischer Hinsicht folgende, später ausführlicher zu begründende Sätze aufstellen:

1. Die *Cladoniaceen* gehören nicht, wie man bisher angenommen hat, zu den Strauchflechten, sondern vertheilen sich nach der Beschaffenheit ihres Thallus auf Strauch- Laub- und Krustenflechten.

2. Die Eintheilung der heteromeren Flechten in Strauch-, Laub- und Krustenflechten ist überhaupt widernatürlich und darum zu verwerfen, weil sonst die überaus natürliche Gattung *Cladonia* auseinandergerissen werden müsste.

3. Die Familie der *Cladoniaceen* besteht aus ganz heterogenen Gattungen, und kann daher in ihrer bisherigen Abgrenzung nicht bestehen bleiben.

4. Mit Rücksicht auf die neuesten Resultate der Untersuchung ist nicht nur eine präcisere Diagnose und Abgrenzung der Arten, sondern auch eine andere Zusammenstellung derselben zu einzelnen Gruppen nothwendig.

Schliesslich sage ich schon hier Herrn Ober-Landesgerichtsrath Dr. Arnold in München für die vielfachen Unterstützungen, die derselbe mir in der liebenswürdigsten Weise hat zu Theil werden lassen, meinen verbindlichsten Dank. Auch bin ich Herrn Prof. Eichler für die Erlaubniss, das kgl. Herbar in Berlin benutzen zu dürfen, zu Dank verpflichtet.

Botanisches Institut der Universität
Berlin.

---

8. **N. I. C. Müller** (Münden): Polarisations-Erscheinungen pflanzlicher und künstlicher Colloid-Zellen.

Eingegangen am 17. Februar 1883.

Vor einer Reihe von Jahren habe ich versucht, die Erscheinung der Polarisation pflanzlicher Gewebe aus Anziehungskräften zu erklären, wie sie bei der Adhäsion als Zug und Druck zum Ausdruck kommen.

Diese Versuche und die früher in der Literatur vorhandenen Angaben über die Doppelbrechung in erhärteten Colloiden veranlassten mich, künstliche Membranen aus flüssigen Pflanzen- und Thier-Colloiden herzustellen. Es sollte hierbei von jeder complicirteren Hypothese über den Bau der pflanzlichen Zellen abgesehen und lediglich die Frage behandelt werden:

Welche Verhältnisse müssen herrschen bei dem Uebergang aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand für pflanzliche Colloide, damit dieselben zu doppelbrechenden Membranen erstarren? Angeregt wurde ich zu dieser Untersuchung zum Theil auch durch die interessanten Beobachtungen des englischen Physikers Maxwell über die Doppelbrechung, welche in viscosen Flüssigkeiten durch Umrühren hervorgebracht wird.

Die Erklärung für diese Erscheinung, wie sie von Maxwell seiner Zeit gegeben wurde, ist ganz frei von complicirteren Hypothesen über die Molecular-Structur der Flüssigkeiten und kann etwa so ausgesprochen werden:

Eine viscose oder klebrige Flüssigkeit unterscheidet sich von einer gewöhnlichen, z. B. Wasser oder Alkohol, dadurch, dass das Zurückschnellen der kleinsten Theilchen in die ursprüngliche Ruhelage nach einer vorübergehenden Zerrung durch Umrühren langsamer erfolgt, so dass in Polariscop die durch das Umrühren mit einem festen Körper bewirkten Unterschiede in der Dichte noch vor der Reflaxation der Theilchen wahrgenommen werden können.

Da man es in der Pflanze mit solchen viscosen Flüssigkeiten zu thun hat, so lag es nach der vorstehenden Untersuchung nahe, zu fragen, ob nicht Membranen gebildet werden können, indem man Zug- oder Druckkräfte wirken lässt, welche ähnlich wirken, wie das Umrühren mit einem festen Körper in einem flüssigen Colloid. Solche Kräfte kommen zur Geltung beim Eintrocknen flüssiger Colloid-Massen, oder besser gesagt, wenn eine flüssige Masse durch Wasserentziehung soeben fest wird.

Gehen die thierischen und pflanzlichen Colloide aus dem flüssigen in einen festen Zustand über, so werden sie optisch Iaxig oder optisch IIaxig, positiv oder negativ gespannt, je nach ihrer chemischen Natur und der Form, in welcher sie erstarren. Ganz bemerkenswerth hierbei ist ein Hauptzug: Nicht alle Colloide ziehen sich bei diesem Uebergang zusammen, wie aus dem Wasserverlust zu schliessen wäre. Der Stärkekleister dehnt sich aus, so dass die trockene Form grösser ist, wie die nasse. Alle Colloide erstarren in der Ebene zu optisch Iaxigen Membranen, ebenso in einer kuglichen Fläche. In beiden Fällen aber nur, wenn die Anziehungskräfte in der Ebene und in der Kugelfläche nach allen Richtungen die gleichen sind.

An allen solchen Membranen, welche in der Ebene entstanden sind, kann man mit Hülfe der besseren Polarisations-Microscope das Axenbild Iaxiger Crystalle ganz deutlich und scharf beobachten,[1]) namentlich dann, wenn die Membran an einer Glasplatte festhaftet. Besonders lehrreich sind jene durchsichtigen, dünnen und dickeren Gelatineplatten, wie sie in den Handel kommen. Diese werden bekanntlich aus der feuchten Gelatine-Masse geschnitten und auf Netzen von Bindfaden getrocknet. Hierbei werden Zugkräfte in der Richtung der Ebene des Netzes und in der Richtung senkrecht zu dieser Ebene frei. So kommt es, dass die Platte da, wo sie sich gleichmässig zusammenziehen kann, das Axenbildchen Iaxiger Crystalle zeigt. Häufig aber werden diese Zugkräfte verschieden gross durch das Anhaften an dem Netz. Die Platte wirft und wölbt sich zwischen den Maschen des

---

1) Das Axenbildchen wird mit Hülfe der besseren Polarisationsmicroscope beobachtet, indem man das Object mit Hülfe eines starken Condensors bei durchfallendem Lichte beleuchtet, und das Ocular entfernt, und nur mit dem stärkeren Objectiv benutzt. Das Axenbildchen einaxiger und zweiaxiger Crystalle wurde beobachtet bei: Senegal und arabischen Gummi, Kirschgummi, Collodium, Traganthgummi und Gelatine.

Netzes. An solchen Stellen zeigt die Platte das Axenbildchen der IIaxigen Crystalle. Die Gelatine ist das ausgezeichnetste Studien-Object, da sie von den dünnsten nach den dickeren Platten bereits die Uebergänge der Interferenzfarben von der I. nach der II. Ordnung zeigt und jeden Eindruck lange Zeit bewahrt.

Die optische Analyse wird am besten für alle pflanzlichen Gewebe und Zellendurchschnitte, wie bekannt, bei gekreuzter Stellung der Nicols und diagonaler Lage eines über dem ersten Nicol eingeschalteten Gypsplättchens ausgeführt.

Der erste Schritt ist die Bestimmung der Elasticitätsaxen in dem Gypsplättchen. Für diese wollen wir die Zug- und Druck-Richtungen einführen. Man bestimmt alsdann die senkrecht zu einander stehenden Richtungen, bezogen auf ein Fadenkreuz, welches in dem Ocular angebracht ist. In den Diagonalen dieses Fadenkreuzes liegen nämlich die Elasticitätsaxen, beziehentlich die Schwingungsebenen des Gypsplättchens. Die eingehende Theorie der Interferenz-Erscheinungen möge hier vorausgesetzt sein. Für das einleitende Studium der Polarisation pflanzlicher Gewebe aber empfiehlt sich diese Methode:

Aus einer in der Ebene erstarrten dünnen, homogenen, plastischen, trocknen Gelatineplatte schneidet man einen kleinen Streifen: Man überzeugt sich, dass diese Platte die Inferenzfarbe des Gypsplättchens nicht verändert, befeuchtet sie ganz wenig und übt einen geringen Zug in der Längsrichtung des Streifens aus, welcher leicht so zu bemessen ist, dass von der Platte die nächstbelegenen Additions- und Subtractionsfarben, bezogen auf Roth I, zum Vorschein kommen.

Da die Richtung von Zug und Druck in einem solchen Plättchen an der Figur desselben leicht festgehalten werden kann, so lässt sich offenbar ebenso leicht mit Hülfe desselben die Zug- und Druckrichtung in dem festliegenden Gypsplättchen und von diesem aus in allen zu untersuchenden Objecten bestimmen. Im Nachfolgenden sind alle Haupt-Resultate der Bestimmung von natürlichen und künstlichen Zellen zusammengestellt.

(Siehe Tabelle S. 80).

Offenbar entsprechen die optischen Durchschnitte der Luftkugeln an dem Uebergange zu der festen demselben Uebergange von der Zellmembram nach dem hohlen Zellraum und es müssen die Zug- und Druckkräfte nothwendigerweise in beiderlei Gebilden in der ganzen Kugelfläche dieselben sein, ebenso muss Zug und Druck nach allen radialen Richtungen für die gegebene Masse gleich sein, auch muss ein Flächenelement, aus der Kugel herausgeschnitten gedacht, als ebenes Plättchen einem optisch einaxigen Crystallplättchen entsprechen, dessen optische Axe senkrecht, beziehentlich parallel, zur Kugelfläche steht.

Ganz bemerkenswerth aber ist, dass sich die Colloide an der Randschicht einer solchen Luftblase beim Festwerden entgegengesetzt verhalten, einige ziehen sich zusammen, so dass der Kugelraum grösser

Objecte	Zug	Druck
	Richtung	
I. Hohlkugeln optisch Iaxig.		
1. Luftblase in Collodium	tangent.	radial.
2. „ Stärkekleister	„	„
3. „ Senegal } Gummi	„	„
4. „ Arabischen		
5. „ Kirsch		
II. Vollkugeln optisch Iaxig.		
6. Amylum (Vgl. No. 2)	radial.	tangent.
7. Inulin	„	„
III. Ringabschnitte aus Cylindern.		
8. Glasringe aus Röhren abgesprengt { innere Schaale	tangent.	radial.
äussere „	radial.	tangent.
9. Collodium } verhalten sich wie die Querschnitte cylindrischer Zellen aus dem Holzkörper der höheren Pflanzen	tangent.	radial.
10. Gelatine	„	„
11. Gummi arabic.	„	„
12. „ senegal.	„	„
13. „ cerasor.	„	„
14. „ tragacanth (verhält sich wie ein Ringabschnitt der Caulerpastammzelle)	radial	tangent.
IV. Cylinderfläche optisch IIaxig.		
15. Collodium	parallel der	senkrecht zur
	Cylinderaxe.	
16. Gelatine	„	„
17. Gummi arabic.	„	„
18. „ senegal.	„	„
19. „ cerasor.	„	„
20. „ tragacanth	senkrecht zur	parallel der
	Cylinderaxe.	
V. Vorspringende Leisten an der Cylinderfläche.		
21. Spiral- und Ringleisten vor den Gefässzellen	parallel der Längsaxe der Leisten.	senkrecht zu dieser Längsaxe.
22. Künstlich mit einem Zahnrädchen erzeugte Leisten in Gelatine	„	„
VI. Linsen- oder halbkugelförmige Vertiefungen.		
23. Nadelholztüpfel in der Fläche	tangent.	radial.
24. Halbkuglige Vertiefungen in Gelatine	„	„
VII. Geschichtete Epidermen		
im Durchschnitt, verhalten sich wie der Glasring { Jntine	tangent.	radial.
Exine	radial.	tangent.

wird, bezogen auf den Zustand vor dem Erstarren, andere dehnen sich aus, so dass ebenso der Kugelraum kleiner wird. Gehen wir nun zur zweiten Reihe von Beobachtungen über, in welcher dies Verhalten der Colloide beim Erstarren in einer ebenen Glasfläche studirt wurde, so beachten wir, wie schon oben angegeben, dass alle so entstehenden Membranen optisch Iaxig sein müssen, unter der Voraussetzung, dass in allen Flächen, allen Elementen gleiche Adhäsion und gleiche Dichte herrschen. Von besonderem Interesse ist nun aber das Verhalten von künstlich hergestellten Zug- und Druckkräften in einer solchen Membranplatte und hier kann gerade das Maxwell'sche Experiment in einfacher und lehrreicher Weise erweitert werden. Wenn man auf einer mässig erwärmten Glasplatte eine dünne Colloid-Schicht in dem Augenblick, wo sie erhärtet, mit einer Nadel ritzt, so dass ein gradliniger Strich entsteht, so wirken die beiden Ränder des Strichs am Polariscop gerade so, wie die Ränder einer eben im Gesichtsfelde liegenden Crystallplatte (Siehe Theorie der Inferenz und Polarisation dünner Crystallplättchen). Dies gilt aber nur in den seltenen Fällen, wo die beiden Ränder des Einrisses der Nadeln zufällig gleichen Druck erfahren haben. Bei dem geradlinigen Nadelzug liegt die optisch nachweisbare Zugrichtung in der Richtung der Zuglinie oder des angefertigten Striches. Dennoch kann Zug und Druck in den beiden Rändern ein verschiedener sein, der eine wirkt wie ein gepresstes und der andere wie ein gezerrtes Gelatineplättchen. Lässt man einen solchen Strich im Gesichtsfelde des Polariscops in der gewohnten Weise rotiren über ein Gypsplättchen Roth I. Ordnung, so erscheinen die beiden Ränder in der diagonalen Stellung unter sich gleich, sie erscheinen aber ungleich in der Interferenzfarbe, wenn sich der Strich der orthogonalen Stellung nähert. Die Colloid-Platten sind optisch positiv oder negativ: Sie erstarren so, dass sie sich ausdehnen bei dem Uebergang vom halbflüssigen in den festen Zustand (in der Richtung der Adhäsions-Ebene ist hierbei eine Anziehung zu überwinden, in der Richtung senkrecht zur Ebene nicht) oder sie ziehen sich zusammen, so wird aus demselben Grunde die Elasticität nach den beiden Richtungen verschieden sein müssen. Wenden wir uns nun von den ebenen Platten und den hohlen Kugeln zu den natürlichen Vollkugeln: solcher giebt es nur zwei – das Stärkemehl und das in Alcohol niedergeschlagene Inulin-Sphaeroid, in beiden steht die Zugrichtung radial, die Druckrichtung tangential und beide Kugeln müssen als optisch Iaxig angesehen werden und die optische Axe muss in der Richtung des Radius der Kugel oder senkrecht zu dieser Richtung orientirt sein. Von diesen Vollkugeln gehen wir zu den natürlichen und künstlichen Hohlprismen über und setzen dabei voraus, dass dies Prisma aus dem Cylinder durch auf die Cylinderwand wirkenden Druck entstanden sei, ebenso wie die polyedrische Zelle durch Abplattung aus der Kugel hervorgegangen ist. Im Grunde genommen kommt es auf die Gestalt nur insofern an, als Kugel und isodiametrischer Polyeder von dem Cylinder und dem Prisma zu unterscheiden sind. Freilich werden nur dünnwandige Polyeder beim Aufhören des Flächendrucks sich der Kugel und dünnwandigen Prismen, beim Aufhören des seitlichen Drucks dem Cylinder nähern. Der isodiametrische Polyeder wie die Kugel müssen optisch Iaxig sein, die Cylinder und Prismen optisch IIaxig.

Die grösste Complication in der Vertheilung der Spannkräfte findet sich im optischen Durchschnitt und der Flächenansicht der Cylinderwand des Spiral- und Treppengefässes, so dass z. B. bei einer gegebenen Einstellung des Gefässes über ein Gypsplättchen Roth I, das Verdickungsband subtractionell gelb, der optische Durchschnitt der Cylinderwand additionell blau erscheint. Daraus geht bekanntlich hervor, dass die Axen gleicher Elasticität im optischen Längsdurchschnitt und im Ringband senkrecht zu einander oder so stehen, wie ihre geometrische Lage angiebt, oder mit anderen Worten, dass die Elasticität in der Richtung parallel dem Schraubenband dieselbe ist wie in Richtung parallel dem optischen Längsdurchschnitt der Cylinderwand, während doch das Spiral- oder Treppenband einer örtlichen Verdickung oder Faltung der Cylinderwand entspricht. Die scheinbar ausserordentlich complicirte Anordnung der Theilchen lässt sich an jeder halbfesten plastischen Colloidplatte, besonders überraschend und leicht an einer wenig befeuchteten Gelatineplatte nachahmen, indem man mit einem kleinen Rädchen, welches an seinem Rande Rillen (vorspringende Unebenheiten) besitzt, unter mässigem Druck über die Colloidplatte hinfährt; die Rillen hinterlassen Querbänder, dies sind die Compressionsstellen, sie entsprechen den Verdickungsstellen eines Spiral- oder treppenähnlichen Gefässes; die Richtung, in welche man das Rädchen rollte, ist die Zugrichtung, sie entspricht dem optischen Durchschnitt der Gefässwand. Der so erhaltene Addruck entspricht in jeder Hinsicht vollständig den natürlichen Membranen, welche man sich einem Treppengefäss der Länge nach herausgeschnitten denkt.

Fasst man mit Bezug auf den im gezerrten Gelatine-Additionsplättchen herrschenden Spannungszustand die Resultate zusammen, so erhält man diese Sätze:

1. Die Hohlkugeln in pflanzlichen Colloiden und in Gelatine sind in der Randschicht negativ gespannt, d. h. sie verhalten sich so, wie wenn ihre Randschicht unter Expansion des Hohlraumes erstarrt wäre.

2. Die Vollkugeln (natürliche Stärke und Inulinsphäroide) sind positiv gespannt, d. h. sie entsprechen einer Erstarrung unter Compression.

3. Alle im Innern der Pflanze belegenen Zellhäute verhalten sich

so, wie wenn sie in negativ gespanntem Zustande erstarrt wären. Polyedrische und kuglige Zellen sind optisch einaxig, Cylinder und Prismen optisch zweiaxig. Die Querdurchschnitte aller entsprechen dem optischen Durchschnitt der Hohlkugelrandschicht.

4. Die Cuticularschicht und die Korkmembran verhalten sich umgekehrt, sie entsprechen einer unter Compression erhärteten Colloidmasse, so dass eine Callotte, welche aus einer Exine-Intinemasse der Epidermis herausgeschnitten ist, sich optisch gerade so verhält, wie der Ringabschnitt aus einem Glasrohr.

5. Alle pflanzlichen Colloide lassen sich zu cylindrischen Zellen modeln, welche in ihrem optischen Verhalten den natürlichen im Innern des Pflanzenkörpers belegenen Cylinder- oder Prismenzellen entsprechen. Nur der künstliche Traganthcylinder verhält sich abweichend, er entspricht der Stammzelle der Caulerpen.

6. Alle feineren Structurverhältnisse, so die Vertiefung in der Membran, Tüpfel, Poren einerseits, vorspringende Masse, Leisten, Schraubenbänder andrerseits, lassen sich künstlich in erstarrenden Colloiden nachahmen.

Die ersteren können auf die Phänomene, welche an Hohlkugeln herrschen, die letzteren auf örtliche Compression oder Dilatation der soeben erstarrenden Masse zurückgeführt werden.

9. Georg Firtsch: Ueber einige mechanische Einrichtungen im anatomischen Bau von Polytrichum juniperinum Willd.

(Mit Tafel II).

Eingegangen am 18. Februar 1883.

Seit dem Erscheinen von Schwendener's Werk über „das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen“ ist bereits eine grössere Zahl von Abhandlungen erschienen, welche unsere Kenntnisse über das mechanische System der Pflanzen in verschiedener Hinsicht bereicherten; doch befindet sich meines Wissens keine darunter, welche die mechanischen Einrichtungen der gefässlosen Pflanzen einer näheren Betrachtung unterziehen würde.

Es liegt in dieser Hinsicht vor allem nahe, die höchst entwickelten Vertreter der Laubmoose genauer zu untersuchen. Speciell durfte man von der Gattung Polytrichum von vornherein einige interessante Festigkeitseinrichtungen erwarten; dass diese Vermuthung eine gerechtfertigte war, wird hoffentlich aus meinen nachstehenden Mittheilungen, die sich auf das bei Graz besonders häufig vorkommende *Polytrichum juniperinum* beziehen, deutlich hervorgehen.

Bemerken muss ich, dass ich meine Untersuchungen nicht blos auf das mechanische System beschränkte, sondern die mechanischen Einrichtungen im weiteren Sinne des Wortes ins Auge fasste.

Ausgeführt wurde diese Arbeit im botanischen Laboratorium der technischen Hochschule in Graz, und muss ich mir erlauben, Herrn Professor Dr. G. Haberlandt, der mir mit seinen Erfahrungen auf diesem Gebiete unterstützend zur Seite stand, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

I. Das mechanische System des Stämmchens und der Seta.

Wie bereits von Schwendener[1]) hervorgehoben wurde, ist das peripherische Rindengewebe der Stämmchen und der Fruchtstiele der Laubmoose nichts anderes, als das biegungsfeste mechanische System. Dasselbe erscheint demnach auch bei Polytrichum als ein continuirlicher Hohlcylinder, der aussen durch die stark verdickten Zellen der Epidermis verstärkt wird und innen allmählig in ein mehr parenchymatisches Gewebe übergeht. Im Stämmchen wird dieser Hohlcylinder durchzogen von den schief abwärts verlaufenden Blattspuren; im Fusse der Seta löst er sich allmählig in isolirte Stränge auf, welche in ziemlich unregelmässigen Abständen und verschiedener Stärke eine periphere Ringlage bilden. (Fig. 9.) Diese letztere Anordnung des mechanischen Systems leuchtet sofort ein, wenn man bedenkt, dass der Fuss der Seta als Organ der Nahrungsaufnahme dient, in welchem natürlich ein ununterbrochener peripherischer Ring von mechanischen Zellen der erwähnten Funktion sehr hinderlich wäre.

Die mechanischen Zellen des Stämmchens und der Seta sind im Allgemeinen übereinstimmend gebaut. Sie erreichen die Länge mancher Phanerogamen-Bastzellen; dieselbe beträgt im Stämmchen durchschnittlich 0,25 *mm*, in der Seta 0,28 *mm*, bei einer durchschnittlichen Breite von 0,012 *mm*, beziehungsweise 0,010 *mm*; hinzuzufügen ist, dass der Durchmesser der Zellen von innen gegen die Peripherie zu immer kleiner wird.

Die Form der Zellen ist eine ausgesprochen prosenchymatische; aus den oft plötzlichen Verengerungen der Zellenden (Fig. 5b), ähnlich wie sie bei Vinca major so schön zu beobachten sind, darf man folgern, dass auch hier ein actives Spitzenwachsthum der Stereiden stattgefunden hat[1]). Manches Zellende besitzt zwei, ja selbst drei, zwar kurze, aber scharfe Spitzen, ein Vorkommen, wie es Haberlandt auch bei Vinca major (l. c. p. 49) beobachtet hat. (Fig. 5 und 6.)

---

[1]) Schwendener, Das mechanische Princip etc. p. 166.

Die Wandungen der Stereiden sind stark verdickt; man beobachtet auf Querschnitten ausser der sehr deutlichen, in den Zellecken besonders starken Mittellamelle noch zwei scharf gesonderte Verdickungsschichten.

Die Entstehungsweise derselben ist folgende: In ihren frühesten Jugendstadien zeigen die ganz zartwandigen Zellen eine gleichmässige Verdickung ihrer Wände, und alsbald differenzirt sich in der homogenen Membran eine äusserst zarte Mittellamelle, welche in den Zellecken kleine Zwickel bildet. (Fig. 2.) Jede Zelle besitzt nunmehr ihre eigene primäre Verdickungsschicht, welche nun selbständig in die Dicke wächst; ob durch Apposition oder Intussusception muss dahin gestellt bleiben. (Fig. 3.) Gleichzeitig wächst auch die Mittellamelle beträchtlich in die Dicke. Den Schluss der Entwicklung bildet die Anlagerung einer inneren secundären, beziehungsweise tertiären Verdickungsschichte, welche sich leicht von der zuerst gebildeten Schichte abhebt, deren innere Begrenzung gekerbt erscheint, und welche auf dem Querschnitte bisweilen nur einen schmalen Saum bildet (Fig. 4).

Im ausgebildeten Zustande zeigt die Mittellamelle eine bräunlichgelbe Farbe, bei Zusatz von Chlorzinkjod wird sie schon in einem frühen, noch farblosen Jugendzustande gelb gefärbt. In concentrirter Schwefelsäure wird sie nicht gelöst und quillt auch nicht auf. Die äussere Verdickungsschicht der Zellwand ist von bräunlich gelber Farbe aber nicht so intensiv gefärbt wie die Mittellamelle; mit Chlorzinkjod behandelt, färbt sie sich braun-violett, in concentrirter Schwefelsäure löst sie sich unter starkem Aufquellen, wobei ihre lamellöse Struktur sehr deutlich sichtbar wird. Die innere Verdickungsschichte ist auch im ausgebildeten Zustande farblos und färbt sich mit Chlorzinkjod schmutzig blau; concentrirte Schwefelsäure löst sie rasch auf, was gleichfalls auf relativ reine Cellulose schliessen lässt.

Als den mechanisch wirksamsten Theil der Membran haben wir offenbar die äussere Verdickungsschicht aufzufassen, dann dürfte die Mittellamelle und zuletzt die innere Verdickungsschicht folgen.

Von einigen zweifelhaften Fällen abgesehen, in welchen ich vereinzelte, longitudinal spaltenförmige Poren beobachtet zu haben glaube, sind die Wandungen der Stereiden vollständig porenlos.

Die Stereiden enthalten zeitlebens einen plasmatischen Wandbeleg, der Zellkern ist hin und wieder deutlich zu beobachten. Im jugendlichen Zustande führen die mechanischen Zellen ziemlich zahlreiche Chloro-

---

1) G. Haberlandt, Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems, Leipzig 1879, p. 49.

phyllkörner; dieselben besitzen bemerkenswerther Weise dasselbe Bewegungsvermögen, wie die Chlorophyllkörner in den Blättern der Laubmoose. An radialen Längsschnitten durch Stämmchen, die sich im diffusen Lichte befanden, sieht man sehr deutlich, wie die Chlorophyllkörner Flächenstellung angenommen, d. h. an den äussern, der Epidermis zugekehrten Wandungsstreifen sich angesammelt haben. Dass sie nicht funktionslos sind, beweisen die in ihnen auftretenden Stärkeeinschlüsse. In ausgewachsenen, gebräunten Stämmchen treten statt der Chlorophyllkörner runde, farblose, ziemlich stark lichtbrechende Körnchen auf, deren Natur fraglich ist, ausserdem beobachtete ich in älteren Zellen Fetttröpfchen.

Was die Anordnung der mechanischen Zellen auf dem Querschnitte des Ringes betrifft, so ist dieselbe im Stämmchen eine irreguläre, in der Seta dagegen eine ausgesprochen radiale, mit häufiger Spaltung der Reihen gegen die Peripherie zu.

Wie bereits oben erwähnt, wird der mechanische Ring im Stämmchen und in der Seta durch die Epidermis verstärkt. Im Stämmchen wird die Epidermis häufig zweischichtig, indem sich die ganz jungen, noch meristematischen Epidermiszellen durch tangentiale Wände teilen (Fig. 1). Die Verdickung der Zellwände ist ringsum eine sehr starke, ihre Färbung eine intensiv karmoisinrothe. Die Aussenwandungen der Epidermiszellen sind in ihren äusseren Schichten cuticularisirt und an die Cuticula setzen sich die radialen Zwischenlamellen unmittelbar an.

Die Epidermis der Seta ist stets einschichtig. Im jugendlichen Zustande der Sporogons sind ihre radialen Seitenwandungen auffallend dünn, obgleich die Aussenwandungen und die Wände der mechanischen Zellen bereits stark verdickt sind. In diesem Entwicklungszustande allein zeigt die Epidermis den Bau der typischen Phanerogamen-Epidermis, die mit ihren zarten Seitenwandungen, wie Westermaier gezeigt hat, einen peripheren Wassergewebemantel darstellt (Fig. 7).

Bald treten aber ringsum noch nachträgliche starke Verdickungen auf, wie bei den mechanischen Zellen, in welchem Stadium sich die Epidermis nur noch durch die Farblosigkeit ihrer Zellwände vom mechanischen Ring abhebt (Fig. 8). Später geht auch dieser Unterschied verloren und von dem Charakter der Epidermiszellen bleibt am Querschnitte nur mehr die Cuticularisirung der Aussenwände übrig.

Am Schlusse dieses Kapitels ist nochmals auf die mechanischen Stränge im Fusse der Seta zurückzukommen. Dieselben sind vom benachbarten Gewebe lange nicht so strenge gesondert, wie etwa in einem Cyperushalme, wohl aber fallen sie gleich durch ihre hellbraune Farbe gegenüber dem farblosen Nachbargewebe auf und ferner durch den Umstand, dass die peripheren Zellen nicht als dünnwandige, papillös vorgewölbte Absorptionszellen, sondern als ringsum stark verdickte Stereiden ausgebildet sind (Fig. 10).

Die mechanischen Stränge des Fusses reichen nicht bis ganz hinab, sondern verlieren sich in einem Ringe von englumigen, zartwandigen Zellen, welche gewissermassen den über die erste Anlage nicht hinausgekommenen mechanischen Ring darstellen. Für das Sporogon ist der vollständige Verlust des mechanischen Systems im unteren Theile der Seta von keiner Bedeutung, da in dieser Höhe die nothwendige Biegungsfestigkeit durch Vaginula und Perichätium hergestellt wird.

II. Die Festigkeit der mechanischen Zellen.

Bei der Untersuchung der Festigkeit der mechanischen Zellen musste ich mich auf die Bestimmung des Festigkeitsmoduls beschränken, da bei der verhältnissmässig rohen Versuchsmethode die untersuchten Organe (Stämmchen und Seten) zu kurz waren, um das Tragvermögen innerhalb der Elasticitätsgrenze mit einiger Sicherheit bestimmen zu können.

Die Versuche werden in folgender Weise durchgeführt: Die beiden Enden des zu untersuchenden Stämmchens oder der Seta wurden zwischen Kork fest eingeklemmt, die obere Klemme wurde in einen Schraubstock gespannt, an die untere eine Wagschale gehängt. Dann liess ich langsam so viel Sand zufliessen, bis das Versuchsobject riss. Durch Abwägen der Wagschale mit Sand und Klemme wurde dann das Zerreissgewicht bestimmt.

Nur jene Fälle fanden Berücksichtigung, in welchen die Rissstelle sich nicht zu nahe einer Klemme befand.

Von den untersuchten Objecten wurden nahe der Rissstelle Querschnitte angefertigt und die Querschnittsfläche des mechanischen Ringes auf folgende Weise ermittelt:

Ich zeichnete mir mittelst des Zeichenprismas genau den Umriss des mechanischen Gewebes auf und der Inhalt der vergrösserten Querschnittsfläche wurde dann nach einer bekannten Methode (durch Wägung des ausgeschnittenen Papiers) bestimmt. Indem ich nun den Flächeninhalt des vergrösserten Querschnittes durch das Quadrat der linearen Vergrösserung dividirte, erhielt ich die wirkliche Querschnittsfläche. Das Verhältniss des Gesammtquerschnittes (Zellwände + Lumina) zu der Querschnittsgrösse der Zellwände bestimmte ich nach der von Ambronn[1]) angegebenen Methode. — Wird die Fläche des Gesammtquerschnittes des mechanischen Ringes gleich 1 gesetzt, so betrug die

---

[1]) H. Ambronn, Ueber die Entwicklungsgeschichte und die mechanischen Eigenschaften des Collenchyms. Jahrb. für wissensch. Bot. XII, p. 51 des Separatabdruckes.

Querschnittsgrösse der Zellwandungen im Stämmchen 0,609, in der Seta 0,635.

Schliesslich wurde dann das Zerreissgewicht in Kilogramm pro Quadratmillimeter Zellmembran, d. h. das Festigkeitsmodul, bestimmt.

Die nachstehende Tabelle enthält die Ergebnisse einiger derartiger Versuche; zu bemerken habe ich, dass ich nicht bloss die oberen mit grünen Blättern versehenen Theile des Stämmchens untersuchte, sondern auch die älteren, blattlosen, gebräunten Partien desselben.

Tabelle I.

	No.	Zerreissgewicht in Kilogramm	Querschnitt des mechanischen Ringes in □mm	Querschnitt der Zellwandungen in □mm	Festigkeitsmodul
Stämmchen grün	I	1,15	0,264	0,161	7,1
	II	1,15	0,251	0,153	7,5
	III	1,00	0,206	0,126	7,9
Stämmchen braun	I	1,30	0,293	0,178	7,3
	II	1,30	0,239	0,145	8,9
	III	1,12	0,271	0,165	6,8
Mittel		1,17	0,254	0,155	**7,5**
Seta	I	0,75	0,102	0,065	11,6
	II	0,72	0,103	0,066	10,9
	III	0,80	0,104	0,066	12,1
Mittel		0,75	0,103	0,066	**11,5**

Zum besseren Verständniss dieser Zahlen füge ich einige Angaben von Schwendener[1]) und Weinzierl[2]) über die Festigkeitsverhältnisse des Bastes der Phanerogamen hinzu.

(Siehe Tabelle S. 89.)

Man ersieht aus diesen Zahlen, wie bereits von Schwendener betont worden ist, die geringe Differenz zwischen Tragmodul und

---

1) Schwendener l. c. p. 14.

2) Th. v. Weinzierl, Beiträge zur Lehre von der Festigkeit und Elasticität vegetabilischer Gewebe. Sitzungsberichte d. k. Academie d. Wissensch. Wien 1877. Band 76.

Tabelle II.

	Tragmodul	Festigkeitsmodul
	in Kilogramm	
Lilium auratum	19	—
Phormium tenax.	20	25
Dracaena indivisa	17	22
Dasylirion longifolium . .	17	21,5
Hyacinthus orientalis . .	12	16
Allium Porrum	15	18
Dianthus capitatus. . . .	14,3	—

Festigkeitsmodul und wird keinen grossen Fehler begehen, wenn man das gleiche Verhältniss auch für die mechanischen Zellen von *Polytrichum* annimmt.

Aus der Tabelle I lassen sich nachstehende Folgerungen ableiten:

1. Die Zerreissfestigkeit der mechanischen Zellen von *Polytrichum* ist im Vergleich zu jener der Phanerogamen eine verhältnissmässig geringe, was übrigens mit der geringeren Gewebedifferenzirung der Moose im Einklange steht; blos in der Seta erreichen die mechanischen Zellen eine Festigkeit, welche derjenigen der minderen Phanerogamen-Bastsorten ungefähr gleichkommen dürfte.
2. Die Zerreissfestigkeit der mechanischen Zellen der Seta (11,5) ist bedeutend grösser als die Festigkeit der homologen Elemente des Stämmchens (7,5).

Es entspricht letzteres vollkommen den biologischen Bedürfnissen der Pflanze; ein Zerbrechen des Stämmchens kann in den dichten Polstern nicht so leicht erfolgen als ein Zerknicken der frei herausragenden Seta; ausserdem wird die Biegungsfestigkeit des Stämmchens durch die Blattscheiden erhöht. Ferner kommt auch der Umstand in Betracht, dass ein Abknicken des Stämmchens biologisch lange nicht von jener Bedeutung ist, wie ein Zerbrechen der Seta, wodurch das Reifen und die Aussaat der Sporen gehemmt oder ganz unmöglich gemacht wird.

III. Der Einrollungs- und Aufrichtungsmechanismus der Blätter.

Die Blätter von *Polytrichum* haben eine wohlausgebildete Spreite und eine an den Stengel angeschmiegte Scheide.

Den anatomischen Bau eines Blattes darf ich als bekannt voraussetzen; uns interessirt vor Allem der sogenannte Blattnerv, welcher im Allgemeinen aus zwei Bändern mechanischer Zellen besteht, zwischen welchen sich weitlumige und dünnwandige Elemente befinden, welche der Stoffleitung dienen.

Am frischen Moosstämmchen stehen die Blattspreiten ungefähr unter einem rechten Winkel vom Stämmchen ab (Fig. 12a); lassen wir nun die Pflanze austrocknen, so bemerken wir zwei Bewegungserscheinungen an der Spreite; die auffallendere ist die Aufrichtung der Spreite und das Anschmiegen derselben an das Stämmchen; die zweite weniger auffallende Erscheinung besteht in dem Einrollen des Blattes von den Seiten her (Fig. 13). Beide Bewegungen haben offenbar dieselbe biologische Bedeutung; es handelt sich um einen Schutz der blossliegenden Lamellen des Assimilationsgewebes gegen zu rasche Austrocknung und zu grossen Wasserverlust.

Es könnte auffallend erscheinen, dass wir hier gewisse Schutzeinrichtungen, wie das Einrollen, bei einer feuchte Standorte liebenden Pflanze sehen, welche wir andererseits auch bei verschiedenen Steppengräsern, also Bewohnern sehr trockener Standorte, beobachten können. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich wohl ungezwungen dadurch, dass den Gräsern schon in der stark verdickten Epidermis, in hypodermalen Bastlagen und sonstigen anatomischen Einrichtungen sehr vollkommene Schutzmittel gegen Austrocknung zu Gebote stehen, sodass nur in extremsten Fällen auch noch die Einrollung der Spreiten als letztes Hülfsmittel hinzutreten muss. Bei *Polytrichum* dagegen ist die Aufrichtung und Einrollung des Blattes das einzige Mittel, um den erwähnten Schutz zu erreichen.

Ich gehe nunmehr zum Mechanismus jener beiden Bewegungserscheinungen über.

Zunächst soll die Aufrichtung des Blattes besprochen werden. Wie bereits erwähnt, schmiegen sich die aufgerichteten Spreiten dem Stämmchen dicht an, indem sie die Gestalt eines langgezogenen *S* annehmen; mit dieser Aufrichtung ist aber noch nicht das Ende der Bewegungsfähigkeit erreicht.

Die Spreite stellt ihre weitere Krümmungsbewegung blos ein, weil das Stämmchen ein Hinderniss bildet; eben dadurch werden aber dem letzteren die Spreiten fest angedrückt. An isolirten Blättern kann man ein Fortschreiten der Krümmungsbewegung beobachten, die so weit geht, dass sich die Spreite ganz nach der andern Seite bogig hinabkrümmt, wie dies Fig. 12c darstellt.

Worin liegt nun die Ursache dieser Bewegung? Man könnte meinen, dass sich beim Austrocknen die wasserreichen Lamellen des Assimilationsgewebes stärker contrahiren, als die Gewebe des Blattnervs und so die Bewegung zu Stande käme. Dass dem nicht so ist, kann durch ein einfaches Experiment leicht gezeigt werden. Ein isolirtes Blatt wird durch vorsichtiges Schaben mit einem Scalpelle von seinem Assimilationsgewebe befreit und dann eintrocknen gelassen; die

Krümmungsbewegung verläuft genau in derselben Weise wie bei dem Vorhandensein des grünen Gewebes. — Daraus muss aber gefolgert werden, dass die aufrichtenden Kräfte im Blattnerv ihren Sitz haben.

Betrachten wir nun nochmals den Querschnitt des Blattes (Fig. 11 und 14).

Das obere oder innere Band mechanischer Zellen ist stets schwächer und schmäler als das äussere, beziehungsweise untere Band. Beide bestehen aus dickwandigen, langgestreckten und prosenchymatischen Stereiden. Zwischen diesen beiden Bändern verläuft eine weitlumige Zellreihe, die sogenannten „Deuter“, nach der Terminologie von Lorentz[1]); im Längsschnitte erscheinen diese Deuter als ziemlich langgestreckte, parenchymatische Zellen; da in ihnen sehr häufig reichliche feinkörnige Wanderstärke nachgewiesen werden kann, so stellen sie sammt der ähnlich gebauten, dem Assimilationsgewebe unmittelbar angrenzenden Zellschicht das Leitparenchym des Blattes vor. Damit nun das obere Band mechanischer Zellen die Zufuhr der Assimilationsprodukte zu den „Deutern“ nicht hindere, wird es stellenweise durch weitlumige und verhältnissmässig dünnwandige Durchlasszellen unterbrochen; es sind die in Fig. 14 mit einem × bezeichneten Zellen.[2]) Diese ihre Funktion geht aus ihrem reichlichen Stärkegehalte deutlich hervor. Auch das untere Band wird in seinen inneren Zellenschichten häufig durchzogen von weitlumigen dünnwandigen Zellenzügen, welche wohl gleichfalls als eine Verstärkung des Leitparenchyms aufzufassen sind. Ihre mechanische Funktion soll später erörtert werden.

Nachdem, wie oben gezeigt wurde, das Assimilationsgewebe bei der Aufrichtung des Blattes unbetheiligt ist, so liegt es nahe, in einem verschiedenen Quellungsvermögen der beiden Stereidenbänder die Ursache der Bewegung zu suchen. Zu einer analogen Folgerung sah sich ja auch Tschirch[3]) bei seinen Untersuchungen über den Einrollungsmechanismus der Grasblätter veranlasst. Wenn das innere Band quellungsfähiger ist, als das äussere, so wird es sich bei der Austrocknung stärker contrahiren und so die Aufrichtungsbewegung veranlassen. Diese sehr wahrscheinliche Anschauung wird durch die mikrochemische Untersuchung der beiden Bänder bestätigt. Bei Behandlung mit Chlorzinkjod färbt sich das äussere Band zuerst bräunlich gelb und wird langsam graubraun, die Zwischenlamellen bleiben etwas lichter; das innere Band dagegen wird zuerst rosenroth (sammt den Mittel-

---

1) Lorentz, Grundlinien zu einer vergleichenden Anatomie der Laubmoose. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. VI, p. 374.

2) Vergl auch Göbel, „Die Muscineen“ in Schenk's Handbuch der Botanik, II. B. p. 366.

3) A. Tschirch, Beiträge zu der Anatomie und dem Einrollungsmechanismus einiger Grasblätter. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. XIII, Heft 3, 1882.

lamellen); dann nehmen die Verdickungsschichten der Zellwände eine violette Farbe an, während die Mittellamellen lichter bleiben und einen grauen Farbenton zeigen.

Ich bemerke übrigens ausdrücklich, dass diese Reaction nur dann gelingt, wenn man ganz frisches, unzersetztes Chlorzinkjod verwendet. Aus diesem verschiedenen Verhalten der beiden Stereidenbänder gegenüber dem erwähnten Reagens geht schon deutlich hervor, dass das innere Band aus einer viel reineren Cellulosemodification besteht, als das äussere und demnach auch stärker quellbar ist.

Dieser Unterschied in der chemischen Beschaffenheit der Zellwände zeigt sich auch bei Behandlung mit Kalilauge, durch welche das äussere Band dunkler gelb gefärbt wird als das innere, ferner bei Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure, welche das innere Band rascher quellen macht und löst, als das äussere.

Aus der *S*-förmigen Gestalt und der Lage der vollständig ausgetrockneten Blattspreite geht hervor, dass der Unterschied in der Contraction der beiden Stereidenbänder nicht in der ganzen Längenausdehnung ein gleichmässiger ist, sondern dass derselbe im untern Drittel der Spreite sein Maximum erreicht, gegen die Blattspitze zu allmälig kleiner wird und im obersten Drittel gleich Null ist. Dass sich auch das äussere der beiden Stereidenbänder nicht unbeträchtlich verkürzt, geht aus der Contraction der ganzen Blattspreite hervor, welche ungefähr 12 pCt. ihrer Gesammtlänge beträgt. Ich gewann diese Zahl in der Weise, dass ich ein isolirtes Blatt in der Profilansicht, sowohl im frischen ausgestreckten, sowie auch im trockenen eingekrümmten Zustande mittelst des Zeichenprismas bei ungefähr 20maliger Vergrösserung zeichnete und dann die entsprechende Messung vornahm.

Die Blattspitze zeigt beim Austrocknen, wie auch aus der Abbildung hervorgeht, eine hakenförmige Krümmung nach rückwärts, doch habe ich diese mehr nebensächliche Erscheinung nicht näher studirt.

Ich gehe nun zur seitlichen Einrollung der Blattspreite über.

Der Hauptsache nach wird die Einrollung des *Polytrichum*-Blattes, zweifellos durch die ungleiche Contraction der beiden Stereidenbänder in ihrer Breitendimension verursacht. Das innere quellungsfähigere Band contrahirt sich offenbar bei der Austrocknung nicht blos in seiner Längendimension, sondern auch in seiner Breitenausdehnung bedeutend stärker als das der cuticularisirten Epidermis anliegende und in seinen äussern Zellschichten wahrscheinlich selbst cutisirte äussere Band. Wie bereits oben erwähnt wurde, verhält sich die Sache nach den Untersuchungen von Tschirch[1]) bei der Einrollung der Grasblätter ganz ähnlich. Der genannte Autor erklärt diesen Vorgang gleichfalls durch das grössere Quellungsvermögen der inneren Bastschichten gegenüber den äusseren, welchen Unterschied er auch mikrochemisch nachwies.

---

[1]) A. Tschirch, l. c. p. 20 des Separatabdruckes.

Die Einrollung der Stereidenbänder wird wesentlich erleichtert durch die das äussere Band unterbrechenden Durchlasszellen und die in den innern Schichten des äussern Bandes auftretenden, parenchymatischen Zellenzüge. Neben der oben erwähnten ernährungs-physiologischen Funktion kommt diesen Elementen demnach auch eine mechanische Aufgabe als Gelenkzellen zu. Man kann sie physiologisch mit den epidermoidalen Gelenkzellen, beziehungsweise Gelenkstreifen der Grasblätter als gleichwertig erachten.

Am Schlusse dieses Kapitels möchte ich noch die Festigkeitseinrichtungen der Blattscheiden kurz besprechen. Die beiden Stereidenbänder der Spreite finden in der Scheide ihre Fortsetzung, doch werden dieselben etwas schmäler und das äussere spaltet sich in zwei dicht nebeneinander liegende Hälften. Bemerkenswerth sind die ausserordentlich stark verdickten Aussenwände der einschichtigen Flügel der Scheide (Fig. 15); ein Verhalten, das an die Anordnung des mechanischen Systems in den Scheiden der Grasblätter erinnert und offenbar auch von den gleichen mechanischen Anforderungen bedingt wird.

IV. Die Befestigung des Sporogons im Stämmchen.

Da das Sporogon mit dem Stämmchen nicht verwachsen, sondern mit seinem konisch zulaufenden Fusse in die Vaginula eingescheidet ist, müssen Einrichtungen getroffen sein, welche ein allzuleichtes Herausgleiten des Sporogons, beziehungsweise der Seta, verhindern. Diese mechanischen Einrichtungen sind, je nachdem das Sporogon noch im Wachsthum begriffen ist und der Ernährung bedarf, oder schon ausgewachsen und reif ist, sehr verschieden.

Da der Fuss des jungen Sporogons vor allem das Organ der Nahrungsaufnahme ist, so muss derselbe mit einem dünnwandigen Aufnahmsgewebe versehen sein. Wir beobachten hier in der That statt der Epidermis eine Schichte von papillös sich vorwölbenden Aufnahmszellen, welche am besten mit den jugendlichen Epidermiszellen von Keimlingen phanerogamer Pflanzen verglichen werden können, die ihre Nahrung zunächst aus dem Endosperm beziehen. (Vergleiche Fig. 10.) Der Inhalt der Zellen besteht hauptsächlich aus Plasma. Die Vorwölbung der Aussenwandungen bedingt nicht nur eine Vergrösserung der absorbirenden Oberflächen, sondern erhöht auch die Reibung des Fusses an der Innenfläche der Vaginula. Diese letztere ist gleichfalls mit eigenthümlichen Höckerchen versehen, welche allerdings mehr vereinzelt sind, die aber doch zur Erhöhung des Reibungswiderstandes beitragen dürften. Diese Höckerchen bestehen aus einzelnen grösseren Zellen von birnförmiger Gestalt, welche aus der zweiten oder dritten

Zellschichte von innen gezählt, gegen den Fuss der Seta zu wachsen, die darüber befindlichen Zellen zur Seite drängen und wahrscheinlich auch resorbiren. (Fig. 16.)

Bisweilen erscheinen diese dünnwandigen, aber stark turgescirenden Höckerzellen gefächert. Ob ihre angedeutete mechanische Function die einzige Aufgabe ist, welche ihnen zukommt, oder ob sie nicht auch in ernährungs-physiologischer Hinsicht eine Rolle spielen, kann hier nicht entschieden werden.

Im Jugendzustand des Sporogons beschränkt sich also die Befestigungsweise desselben auf eine Erhöhung des Reibungswiderstandes, wobei aber besondere mechanische Einrichtungen fehlen, oder mit Rücksicht auf die zweifelhafte Funktion jener Höcker auf der Innenseite der Vaginula fraglich sind.

Zur Zeit der Reife des ausgewachsenen Sporogons werden offenbar an die Befestigungsweise desselben höhere Anforderungen gestellt. Die Pflanze kann denselben um so leichter nachkommen, als jetzt die ernährungs-physiologischen Bedürfnisse ganz in den Hintergrund getreten sind. Das frühere Absorptionsgewebe wird nunmehr dem mechanischen Principe dienstbar gemacht. Dies geschieht in der Weise, dass die eingesunkenen Aussenwandungen der Absorptionszellen sich verdicken, wobei die äussersten Verdickungsschichten sich chemisch verändern und eine schleimige Beschaffenheit annehmen. Bringt man nämlich einen Querschnitt des Fusses in Wasser, so quellen die äussersten Verdickungsschichten ausserordentlich auf, ohne aber vollständig zu zerfliessen. Der äussere Contour jener gequollenen Schichten bleibt als wellig verlaufende zarte Linie (Fig. 17) stets deutlich erhalten und tritt besonders deutlich bei Zusatz von Chlorzinkjod hervor, wobei sich die verschleimten Schichten schmutzig gelb färben, während die ungequollenen Schichten der Aussenwände eine graublaue Färbung annehmen.

Die schleimige Beschaffenheit der in Rede stehenden Verdickungsschichten geht besonders deutlich bei Behandlung mit wässerigem Alkohol hervor. Man sieht nämlich auf dem Querschnitt zwischen Vaginula und Seta, sobald die letzere etwas verschoben wird, zahlreiche gummose oder schleimige Balken und Stränge, welche mit ihren verbreiterten Enden an der Seta entspringen und an der Innenseite der Vaginula festhaften (Fig. 20.). Im trockenen Zustande erscheinen die verschleimten Zellwandschichten als ein schmaler stark lichtbrechender Saum, welcher sich der innersten Zellschichte der Vaginula dicht anschmiegt. Seine Funktion als Kittsubstanz ist demnach nicht zu verkennen. Die Seta ist in das Stämmchen geradezu eingekittet.

Auch die Aussenwandungen der eben genannten Zellschicht der Vaginula zeigen Verdickungen, allerdings ganz anderer Art. Sie bestehen aus ganz kleinen zahlreichen Höckerchen, welche in die verschleimten Aussenwandungen der Seta eingepresst sind. Diese Höckerchen sind kaum so hoch als die Zellwand dick ist, doch treten sie wie gesagt in grosser Zahl auf. Fast jede Zelle besitzt ein Höckerchen (Fig. 18), doch kommen auch Stellen vor, an welchen dieselben so dicht gedrängt sind, dass drei und noch mehr auf eine Zelle entfallen (Fig. 19.) Begreiflicher Weise wird durch diese Höckerchen die Rauhigkeit der Innenfläche der Vaginula bedeutend erhöht, der Reibungswiderstand vergrössert. Man könnte diese gewiss sehr vollkommene Befestigungsweise mit dem Verfahren eines Tischlers oder Drechslers vergleichen, welcher einen Zapfen in ein Loch leimt, nachdem er um eine möglichst feste Verbindung zu erzielen, die Wandung des Loches mit einer Feile rauh gemacht hat.

V. Der Haarfilz der Calyptra.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass der Haarfilz der Calyptra eine sehr vollkommene Schutzhülle des im Wachsthum begriffenen Sporogons vorstellt, und zwar gegen mechanische Verletzungen sowohl, wie gegen zu rasche Temperaturschwankungen, zu starke Insolation, Austrocknung, Benetzung etc. Insofern diese Haargebilde der Calyptra ein ungemein festes, unentwirrbares Filzwerk bilden, stellen sie eine mechanische Einrichtung vor und gehören daher in den Rahmen dieser Abhandlung.

Die in Rede stehenden Trichome nehmen ihren Ursprung aus einer verhältnissmässig schmalen Zone unterhalb der trichterförmigen Verengerung der Calyptra. Gewöhnlich wächst die betreffende Epidermiszelle direkt zum Haare aus, doch kommt es häufig vor, dass der in der Epidermis steckende Fuss durch eine Querwand abgegliedert wird. Die Haare selbst sind vielzellig, verzweigt und erreichen die Länge von 8—10 *mm.* Die Verzweigung ist im Allgemeinen eine monopodiale, doch kommt auch falsche Dichotomie zu Stande (Fig. 24); typisch ist, dass der (sich niemals weiter verästelnde) Seitenzweig aus der Mitte der betreffenden Mutterzelle entspringt. (Fig. 23.)

Entsprechend ihrer mechanischen Aufgabe sind die Wandungen der Zellen stark verdickt, mit einer derben, längsgestreiften Cuticula versehen, und im ausgebildeten Zustande von gelbbrauner Färbung. — Die häufig schief gestellten Querwände bleiben unverdickt und auch die Seitenwände sind knapp ober- und unterhalb der ersteren schwächer. Es kommt dadurch eine grössere Flächenausdehnung der Querwände zu Stande, offenbar eine Concession des mechanischen Princips an das ernährungsphysiologische; denn auf diese Weise wird der Stoffverkehr zwischen den einzelnen Zellen erleichtert. Es handelt sich hier augenscheinlich um dasselbe Princip, welches den Bau der Hoftüpfel beherscht.[1])

---

[1]) Schwendener, Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen. Abhandlungen d. k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1882; Separatabdr. p. 19.

Gegen das Ende der Hauptäste zu werden die Zellwandverdickungen immer schwächer und die Endzellen sind sehr zartwandig, oft collabirt. Die dickwandigen Zellen sind an ältern Trichomen oft bandförmig plattgedrückt, und zwar abwechselnd in gekreuzten Ebenen, so dass das ganze Trichom ein kettenartiges Aussehen bekommt.

Die am oberen Rande der betreffenden Zone entspringenden Haare wachsen zum grössten Theile nach aufwärts, und bilden ein die Spitze der Calyptra schützendes Zeltdach (Fig. 21). Die übrigen hängen nach abwärts und bilden nun durch Verschlingung ihrer Seitenzweige das oben erwähnte Filzwerk. Zu diesem Behufe sind die Enden dieser Seitenzweige häufig hakenförmig gekrümmt und in einander eingehäkelt. Ebenso häufig umschlingt ein Seitenzweig in ein bis drei Windungen rankenförmig einen benachbarten geraden Hauptast. (Fig. 29.)

Von besonderem Interesse ist es, dass das gekrümmte Haar an seiner convexen Seite häufig zapfenförmig auswächst, wodurch das Zurückbiegen des Hakens natürlich sehr erschwert wird. (Fig. 25.)

Die Rankennatur dieser Seitenzweige äussert sich auch darin, dass durch entsprechende Krümmungen, welche am besten mit denen der Ranken von *Ampelopsis hederacea* verglichen werden können, ein das Aushaken verhindernder Zug ausgeübt wird. (Fig. 26.)

Wie complicirt und zweckentsprechend diese die Festigkeit des Filzes herstellenden Einrichtungen sind, geht am besten aus den Abbildungen hervor, auf die ich hiermit nochmals verweise. (Fig. 27, 28, 29.)

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Partie eines Querschnittes durch das ganz junge Stämmchen; mechanische Zellen im meristematischen Stadium; das Protoderm theilt sich durch tangentiale Wände. (Vergr. = 920).

„ 2. Ganz junge mechanische Zellen des Stämmchens im Querschnitt; die Mittellamelle hat sich soeben differenzirt. (V. = 920).

„ 3. Etwas älteres Stadium. (V. = 810).

„ 4. Theil des mechanischen Ringes des Stämmchens im ausgebildeten Zustande. Die Mittellamelle ist dunkelgelb, die äussere Verdickungsschicht lichtgelb, die innere farblos. (V. 810).

„ 5. a. b. mechanische Zellen aus dem Stämmchen, durch Kochen in Schultze's Macerationsgemisch isolirt. (V. = 110).

„ 6. a. b. c. mechanische Zellen der Seta, in gleicher Weise isolirt wie vorhin. (V. = 110).

„ 7. Peripherischer Theil des Querschnittes durch eine ganz junge Seta. (V. = 920).

„ 8. Desgleichen, älteres Stadium. (V. = 920).

Fig. 9. Schematischer Querschnitt durch den Fuss der Seta; die mechanischen Stränge sind gelb. (V. = 100).
„ 10. Einzelner mechanischer Strang aus dem Fusse der Seta. (V. = 430).
„ 11. Schematischer Querschnitt durch die Blattspreite; mechanische Bänder gelb. (V. = 50).
„ 12. a. b. c. Schematische Darstellung der Aufrichtung (b) und vollständigen Zurückkrümmung (c) der austrocknenden Spreite (V. = 3).
„ 13. Schematische Darstellung der Einrollung des Blattes beim Austrocknen. (V. = 55).
„ 14. Mittlerer Theil des „Blattnervs“ im Querschnitt; d. d. „Deuter“; die mit einem × bezeichneten Zellen sind die Durchlasszellen. (V. = 250).
„ 15. Querschnitt durch einen seitlichen Theil der Blattscheide, mit den stark verdickten Aussenwandungen. (V. = 680).
„ 16. „Höckerzelle“ sammt Umgebung von der Innenseite der Vaginula. (V. = 300).
„ 17. Peripherische Zellschichten des Fusses der ausgewachsenen Seta, bei v die im Wasser gequollenen Membranschichten der Aussenwandungen. (V. = 530).
„ 18 und 19. Die innerste Zellschicht der Vaginula mit den höckerartigen Membranverdickungen. (V. 530).
„ 20. Theil des Querschnittes, durch die Vaginula (v) und den eingefügten Fuss der Seta (s), bei a die zu Strängen und Balken ausgezogenen verschleimten Zellwandschichten der Seta. (V. = 320).
„ 21. Längsschnitt durch die Calyptra mit dem Haarfilz. (V. = 120).
„ 22. Einzelnes Haar der Calyptra (V. = 15).
„ 23. Typische Art der Verzweigung eines Haares. (V. = 290).
„ 24. Falsche Dichotomie eines Haares. (V. = 290).
„ 25. Hakenbildung eines Haares. (V. = 290).
„ 26. Verhäkelung zweier Haare. (V. = 290).
„ 27, 28, 29. Rankenartige Verschlingungen der Haare. (V. = 290).

10. H. Kurth: Ueber Bacterium Zopfii, eine neue Bacterienart.

Vorläufige Mittheilung.

(Mit Tafel III.)

Eingegangen am 22. Februar 1883.

Gelegentlich einer Arbeit über die Formen der Gattung *Sarcina* fand ich im Inhalt der Wurmfortsätze von 2 an epidemischen Krankheiten gestorbenen Hühnern eine Bacterienart, die in morphologischer und physiologischer Beziehung gleich grosses Interesse gewährt, da sie neue Beweise für den von Cienkowski und besonders Zopf sicher nachgewiesenen genetischen Zusammenhang der Spaltpilzformen, und zwar von Stäbchen und Coccen, bietet und gleichzeitig die Bedingungen festgestellt werden können, unter denen die eine oder andere Form entsteht.

Die Untersuchungen wurden im botanischen Institut der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin unter der Leitung des Herrn Prof. Kny und des Herrn Dr. Zopf, ausgeführt.

Die Methode der Untersuchung war im Princip diejenige, wie sie von Koch für die Züchtung von Spaltpilzen angegeben ist, vor allen Dingen wurden die Beobachtungen nur an absolut reinem Material angestellt.

Ich habe der Spaltpilzart den Namen *Bacterium Zopfii* beigelegt. Meine Arbeiten haben zu dem Ergebniss geführt, dass die Stäbchenform als die vegetative, die Coccenform als der Ruhezustand des *B. Zopfii* zu betrachten sind.

Auf der Nährgelatine von 1 pCt. Fleischextract bei 20 ° gezüchtet bilden die Stäbchen von der Impfstelle aus radiär verlaufende Fäden, die durch eine aussergewöhnliche Zusammenhangsfähigkeit ausgezeichnet sind. Diese ermöglicht es, dass bei grösserer Länge des Fadens und damit verbundener grösserer Geschwindigkeit des Vorrückens derselbe sich an vielen Stellen krümmt, meist in der Weise, dass regelmässige Spiralen entstehen, und dann immer weiter sich aufwindet, so dass er schliesslich zu einer Reihe dichter aus Fadenwindungen bestehender Knäuel werden kann.

Die Gelatine wird nur da verflüssigt, wo sie von vielen Fadenwindungen eingeschlossen ist.

In flüssigem Nährmaterial bei 20° gehen die Stäbchen in Schwärmbewegung über. Sie lösen sich aus dem Zusammenhang in derselben Weise, wie es von Zopf bei *Cladothrix dichotoma* beschrieben ist.

Bei Temperaturen über 35° hört die Schwärmbewegung allmählig auf; es werden dann kurze, in der Flüssigkeit schwebende Fäden gebildet.

Ist das Nährmaterial der Erschöpfung nahe, so wird der Zusammenhang der Stäbchen in den Fäden gelöst. Es tritt sichtbare Gliederung auf. Mit der vollständigen Ausnutzung des Nährbodens tritt der Zerfall in Coccen ein. Jedes Stäbchen theilt sich in 2 Coccen, die meist ∞ förmig verbunden bleiben. Dieser Zerfall findet gleichmässig in den Gelatineculturen und in flüssigem Substrat statt.

Auf frischen Nährboden gebracht, wachsen, wie ich direct beobachten konnte, die Coccen wieder zu Stäbchen aus. Sie können dabei Schwärmbewegung annehmen.

Eine Theilung der Coccen konnte niemals constatirt werden unter den verschiedenen Bedingungen, in welche sie gebracht wurden.

Als bester Nährboden erwies sich 1—3 procentige Fleischextractlösung, mit und ohne Gelatinezusatz. In Rinderblutserum und einer der von Nägeli angegebenen Normalnährsalzlösungen fand kein Wachsthum statt.

In der Fleischextractlösung erregt *B. Zopfii* eine Zersetzungsform, welche weder der Gährung, noch der typischen Fäulniss entspricht.

Zutritt der Luft ist zu seinem Wachsthum erforderlich. Aeusseren Schädlichkeiten leistet der Coccenzustand viel grösseren Widerstand als der Stäbchenzustand. Diese bleiben im eingetrockneten Zustande nur 2—4 Tage lebensfähig, die Coccen dagegen 17—26 Tage. In erschöpfter Nährlösung aufbewahrt, hatten sie noch nach 82 Tagen ihre Keimfähigkeit nicht verloren.

Versuche über etwaige infectiöse Wirkungen, an 2 Kaninchen angestellt, führten zu negativen Resultaten.

Die Unterscheidung des *B. Zopfii* von anderen Stäbchen und Coccenformen ist durch die Impfung auf Objectträger mit 1—3 pCt. Fleischextrakt-Gelatine möglich. Spätestens 24 Stunden nach der Impfung tritt die vom Impfstrich ausgehende Fadenbildung auf, nach weiteren 24 Stunden sind die Windungen in den Fäden ausgebildet. 6 Tage nach der Impfung ist überall der Zerfall in Coccen eingetreten. Dieselben lassen durch ihre Lagerung ihren Ursprung aus Fäden deutlich erkennen. Die Eingangs erwähnten Fadenknäuel werden dann zu einer dichten Coccenzooglöa.

Erklärung der Abbildungen.

Die Abbildungen sind bei einer Vergrösserung von 740/1 gezeichnet.

Fig. 1—3. Continuirliche Beobachtung von 3 Scheinfäden von *Bacterium Zopfii* in einprozentiger Fleischextractgelatine auf dem Deckgläschen der feuchten Kammer.

„ 1. Die Scheinfäden, 19 Stunden nach Impfung der Nährgelatine; der Faden a, welcher die beiden anderen schneidet, zeigt bereits die — auf mechanischen Wege entstandenen — charakteristischen Windungen. In denselben zeigten sich 20 Stunden nach der Impfung während der Dauer von 25 Minuten Schwärmstäbchen s—s

„ 2. 28 Stunden nach der Impfung; der Faden a ist bereits zu einer fortlaufenden Reihe von Fadenknäueln geworden. Die Gliederung in Stäbchen ist in den Knäueln deutlich. Die beiden anderen Fäden zeigen an mehreren Stellen den Beginn der Gliederung.

„ 3. 65 Stunden nach der Impfung; die Fäden sind, nachdem sie die Gliederung in Stäbchen durchgemacht haben, in Coccen zerfallen. In diesem Zustande blieben sie 8 Tage — so lange wurde beobachtet — unverändert.

„ 4 und 5. Scheinfäden, 16 Stunden nach der Impfung, mit einer Auflösung von wenig Fuchsin in absolutem Alkohol behandelt. Ihre Zusammensetzung aus Stäbchen ist deutlich zu erkennen.

Fig. 6. Ablösung der Schwärmstäbchen von den Scheinfäden in einprozentiger Fleischextraktlösung, 12 Stunden nach Beginn der Fadenentwicklung.
„ 7. Schwärmstäbchen, 16 Stunden nach der Impfung, mit Auflösung von wenig Fuchsin in absolutem Alkohol behandelt. Die längeren Schwärmstäbchen sind deutlich gegliedert.
„ 8. Der Coccenzustand von *B. Zopfii*, 37 Tage nach der Aussaat in einprozentige Fleischextraktlösung, nach Ablauf der Cultur als Bodensatz in der Nährlösung; gefärbt mit Lösung von Anilinbraun in verdünntem Glycerin.

11. I. Urban: Ueber die Familie der Turneraceen.

Eingegangen am 23. Februar 1883.

Aus einer in den nächsten Wochen erscheinenden „Monographie der Familie der Turneraceen"[1]), welche ich mit Unterstützung der Königl. Akademie der Wissenschaften und unter Benutzung fast des ganzen in den europäischen Museen aufbewahrten Materials angefertigt habe, sollen hier einige wichtigere oder allgemeiner interessante Ergebnisse ihren Platz finden. Vorausbemerkt sei, dass von den biologischen Verhältnissen der zu der genannten Familie gehörigen Pflanzen gar nichts, von den morphologischen nur das Wenige bekannt war, was EICHLER in seinen Blüthendiagrammen mitgetheilt hat.

Morphologisches. Von der Keimung ist nur hervorzuheben, dass die hypokotyle Axe bis zum Erdboden hin behaart ist, und dass die ersten auf die Kotyledonen folgenden Blätter opponirt sind, während alle übrigen alterniren.

Als Typus der sehr mannichfaltig ausgebildeten Inflorescenzen muss eine mit zwei opponirten Vorblättern versehene Einzelblüthe in der Achsel der Laubblätter angesehen werden: hieraus lassen sich ohne Weiteres die traubigen, köpfchenförmigen und cymösen Blüthenstände herleiten. Bedeutende Schwierigkeiten macht nur die Inflorescenz von *Wormskioldia* und *Streptopetalum*. Wenn man bei diesen Gattungen aber die Arten in der durch ihre natürliche Verwandtschaft gegebenen Reihenfolge studirt, so kommt man auch hier zu einer ganz befriedigenden Deutung. Aus der Inflorescenz von *Wormskioldia glandulifera*, welche regelmässige Wickel mit Förderung aus β besitzt, geht, wie die

---

1) Im Jahrbuche des Königl. botanischen Gartens und botanischen Museums zu Berlin. II. (1883) p. 1—152 nebst Tafel I und II

Uebergänge lehren, durch Emporwachsen der fertilen Vorblätter der Blüthenstand von *W. lobata* hervor, bei welcher die unterste Blüthe nur ein sie stützendes Prophyllum, die folgenden ausserdem je ein seitlich neben der Insertion des Pedicellus stehendes und die oberste 3 in einen Quirl vereinigte Vorblätter besitzen, ferner der von *W. longipedunculata*, bei welcher Art das fertile Vorblatt im oberen Theile der reichblüthigen Inflorescenz nicht zur Ausbildung gelangt, endlich der von *W. pilosa*, bei welcher sich dieses Vorblatt überhaupt niemals findet. Würde die letztgenannte Art allein vorliegen, oder wollte man die vergleichende Betrachtung der übrigen Arten ganz ausser Acht lassen, so müsste man diesen Blüthenstand als eine ächte, einseitswendige Traube ansprechen, also einen ganz neuen Verzweigungstypus in einer nur 7 Arten umfassenden Gattung auftreten lassen, was zum Mindesten ganz überflüssig wäre. — Beachtenswerth ist das häufige Auftreten serial-oberständiger Zweige, sowohl an der Basis der Laubzweige, als der der Inflorescenzen; sie kommen stets nur als Laubzweige, bisweilen mit wenig entwickelten Laubblättern und verkürzten Internodien, niemals als reine Inflorescenzen vor.

Auf die 5 quincuncial sich deckenden Kelchblätter, welche mit wenigen Ausnahmen unterwärts in eine cylindrische oder kreiselförmige Röhre verwachsen sind, folgen die alternirenden, stets links gedrehten Blumenblätter; sie sind meist dem Kelchschlunde, selten der Kelchröhre inserirt und zeigen an der Basis bisweilen eigenthümliche Auswüchse, welche morphologisch von keiner Bedeutung sind, aber eine um so grössere systematische Wichtigkeit besitzen. Bei einer Gruppe von Arten, die ich unter dem Gattungsnamen *Piriqueta* zusammenfasse, findet sich eine am Kelchschlunde kontinuirlich über Petala und Sepala fortgehende „Corona“ d. i. ein 1—2 *mm* langes freies, in der oberen Hälfte fransig zerschlitztes Häutchen, welches besonders deutlich an der Basis der Blumenblätter auftritt; bei einer kleinen Anzahl afrikanischer Arten (*Wormskioldia*) findet man am Nagel der Petala, und zwar nur hier, eine „Ligula“, d. i. eine ebenso lange Excrescenz, welche den Blumenblättern mit dem Rücken angewachsen ist.

Die 5 Staubblätter sind der Basis der Kelchröhre inserirt oder gewöhnlich ihr etwas angewachsen. Bei gewissen *Turnera*-Arten reicht die Anwachsung fast bis zum Kelchschlunde hinauf, beschränkt sich dafür aber nur auf die Ränder der Filamente, so dass zwischen diesen und der Kelchröhre 5 flachgedrückte (honigführende) Röhren entstehen. — Eine höchst sonderbare und einzig dastehende Abnormität zeigte ein Exemplar von *Turnera lamiifolia:* aus der Mitte des dem Kelchtubus gleichsam angewachsenen Nagels der Petala, also mit den Staubblättern abwechselnd, gingen aus demselben Punkte bald 1, bald 2, bald 3 fadenförmige Gebilde hervor, welche genau so aussahen, wie die Griffel, und an der Spitze ebenso zerschlitzt waren, wie die Narben.

In der Fruchtblatt-Region geht die Fünfzahl plötzlich zur Dreizahl über. Die mit den Rändern zusammentretenden und verwachsenden Karpelle sind, und das ist ein besonders wichtiges Ergebniss, gegen die gewöhnliche Stellungsweise 3-zähliger Fruchtknoten um 30° verschoben, so dass das eine Karpell genau transversal, die beiden anderen auf der gegenüber liegenden Seite halb nach vorn resp. halb nach hinten stehen. Die specielle Orientirung nach links und rechts steht mit der Deckung des Kelches im Zusammenhange, indem das genau seitlich fallende Karpell ungefähr über dem fünften Kelchblatt, oder genauer um einen Winkel von 18° weiter nach vorn steht, während das vordere der beiden anderen Karpelle von S_1 um einen Winkel von nur 6°, das hintere von S_2 um 30°, von S_4 um 42° divergirt. — Die Griffel, welche über der Mitte der Karpelle abgehen, also dieselbe Stellung wie diese haben, sind nach der Spitze hin gewöhnlich sehr charakteristisch zerschlitzt, entweder durch wiederholte Dicho- oder Trichotomie, oder von vornherein in ein Büschel pfriemlicher Narbenstrahlen aufgelöst. — Ueber die Stellung der anatropen Ovula herrschten bisher sehr abweichende und unrichtige Ansichten. Das wahre Verhalten ist folgendes: an der fädlichen Placenta, mit Ausnahme ihrer obersten und untersten Partie, sitzen gewöhnlich mehrere, senkrecht zu ihr gestellte Eichen, welche, wenn sie zweireihig stehen, die Raphe einander mehr oder weniger zukehren; sind sie aber sehr zahlreich und in mehreren Reihen angeordnet, so haben die centralen oberen eine Raphe inferior, die unteren eine Raphe superior, während die peripherischen sich nach aussen hin dermassen überbiegen, dass die Raphe vom Karpell abgewendet, also dorsal liegt.[1])

Die Frucht ist eine einfächerige Kapsel, welche von der Spitze zur Basis hin in 3 Klappen aufspringt; bei *Wormskioldia* ist sie schotenartig in die Länge gezogen und dehiscirt von der Mitte aus.

Die zierlich netzförmig sculptirten Samen sind mit einem Arillus bekleidet, welcher dem Samen einseitig als Häutchen anliegt oder ihn

---

[1]) In seinen Studien über die Verwandtschaftsverhältnisse der *Rutaceae*, *Simarubaceae* und *Burseraceae* (Abh. der Naturf. Gesellsch. zu Halle XIII. 2. p. 12—14) zeigt Engler, dass die Ovula pendula raphe ventrali in Ovula adscendentia vel erecta raphe dorsali und andrerseits die Ovula pendula raphe dorsali in ovula erecta raphe ventrali durch einfaches Aufwärtsbiegen der ersteren übergeführt werden können, und unterscheidet danach bei den discifloren Polypetalen im Gegensatz zu Bentham und Hooker, die 4 besondere Fälle statuiren, nur zwei Fälle der Anheftung. Bei den vieleiigen *Turnera*-Arten sind diese beiden Fälle sogar auf derselben Placenta zu finden; die oberen Ovula sind aufsteigend mit dorsaler Raphe, die unteren hängend ebenfalls mit dorsaler Raphe, die mittleren horizontal abstehend mit einer nach dem Centrum der ganzen (späteren) Klappe hin orientirten Raphe; der Uebergang der hängenden zu den aufsteigenden Ovula findet hier nicht durch Krümmung der Funiculi, sondern dadurch statt, dass die mittleren Ovula sich gleichsam um 180° auf oder mit ihrem Funiculus drehen.

(bei *Mathurina*) in der Form zahlreicher, allseitig von dem Nabel ausgehender, verhältnissmässig langer Haare umgiebt. Die Felderchen des Adernetzes haben entweder 2, 1 oder gar keine Poren. Der Embryo ist fast von der Länge des Samens und in reichliches Endosperm eingebettet; seine Radicula endigt hinter dem Nabel.

Biologisches. Lebend konnte nur die homostyle *Turnera ulmifolia* in 2 Varietäten (var. *angustifolia* und var. *cuneiformis*) untersucht werden. Sie gehört zu denjenigen Arten, deren Filamente unterwärts mit den Rändern dem Kelchtubus angewachsen sind und auf diese Weise honigführende Röhren bilden. Da bei der erstgenannten Form die introrsen Antheren von den spreizenden Narbenstrahlen gewöhnlich etwas entfernt stehen, so wird spontane Selbstbestäubung von vornherein meist nicht erfolgen; bei dem Besuche von Insekten ist sowohl Selbst- als Fremdbestäubung in gleicher Weise leicht möglich; bleiben aber die Insekten aus, so führt das am Abend sich schliessende und fest zusammendrehende Perianth, indem es die Antheren an die Narbe presst, mit Sicherheit Selbstbestäubung herbei. Die Blüthen öffnen sich nicht zum zweiten Male; nach einigen Tagen reissen Kelch, Krone, Staubfäden (sammt Griffel) vom Receptaculum los und werden auf eine sinnreiche Weise von dem anschwellenden Ovar entfernt.

In einem wunderbaren Zusammenhange mit dem Aufblühen steht die Secretion gewisser Drüsen. Sie finden sich paarweise an der Basis sowohl der die Blüthen stützenden Laubblätter als auch der zugehörigen Vorblätter und haben die Gestalt eines Tellerchens, dessen schwach konvexe Fläche einen etwas excentrisch nach aufwärts liegenden Porus besitzt; aus dieser Oeffnung dringt, aber nur an den Blättern, welche eine Blüthe führen, und erst dann, wenn die zugehörige Blüthe aufblühen will, eine wasserhelle Flüssigkeit hervor, welche am Blattstiel und oft selbst am Stengel hinabläuft und von Ameisen mit Begierde aufgenommen wird. Ein bis zwei Tage nach dem Abblühen der zugehörigen Blüthen hört die Absonderung wieder auf. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass kleine kriechende Insekten durch dies Sekret vom Besuche der Blüthen ferngehalten und an der für die Fremdbestäubung zwecklosen, ja schädlichen Wegnahme des Blüthenhonigs verhindert werden sollen.

Bei der anderen Varietät (*cuneiformis*) drehen sich die Antheren beim Aufblühen so herum, dass ihre geöffneten Fächer mehr oder weniger genau nach aussen gerichtet sind; nur diejenige, welche über dem ersten Kelchblatte steht, behält gewöhnlich ihre introrse Stellung bei, weil sie von dem fast genau vor ihr stehenden Griffel, dessen Narbenstrahlen sich ihr anlegen, an der Bewegung gehindert wird. Diese Stellung von Narben und Antheren ist für Sicherung der Bestäubung nicht ungünstig, da die Insekten die extrors gestellten Staubbeutel ihrer ganzen Länge nach berühren und von Pollen befreien können, um denselben in einer anderen Blüthe an die zwei hervortretenden Narbenbüschel abzusetzen; die dritte Narbe würde die spontane Selbstbestäubung bei ausbleibendem Besuche sichern, wenn diese nicht ebenfalls durch Schliessen der Korolle am Abende herbeigeführt würde.

Aus der Untersuchung des gesammten trocknen Materials ergaben sich folgende Resultate: 1) Von den 83 Turneraceen sind 14 mit Sicherheit, 5 mit grösster Wahrscheinlichkeit monomorph, 48 mit Bestimmtheit, 8 mit hoher Wahrscheinlichkeit dimorph, 6 unvollkommen dimorph, 1 rücksichtlich der Längenverhältnisse der Geschlechtstheile unbekannt, 1 in 6 Varietäten homostyl und in 6 Varietäten heterostyl (*T. ulmifolia*). — 2) Die am weitesten von den übrigen Turneraceen abstehenden und durch ihre geographische Verbreitung merkwürdigen *Mathurina penduliflora*, *Piriqueta Capensis*, *Berneriana*, *Madagascariensis* und *odorata* sind wahrscheinlich sämmtlich monomorph. — 3) Sieht man von diesen Arten ab, so sind die monomorphen Species in allen Gattungen vertreten und fast in allen kleineren Gruppen von Arten, die durch natürliche Verwandtschaft zusammengehören, anzutreffen; sie treten ausserdem im ganzen Verbreitungsbezirke der Turneraceen auf. — 4) Wenn bei Arten, die nach Untersuchung zahlreicher Exemplare verschiedener Standorte sich als durchaus monomorph erwiesen haben, in einem Individuum eine Neigung zum Dimorphismus auftrat, so äusserte sich diese allein in der Verlängerung der Griffel, während die Staubfäden ihre specifische Länge beibehielten; die am weitesten nach Norden gehende Varietät von *T. ulmifolia* kommt nur langgriffelig vor. — 5) Es giebt Arten, welche man als unvollkommen dimorph bezeichnen kann: die dolichostyle Form ist gut ausgebildet, in der brachystylen dagegen erreichen die Narbenäste die Basis der Antheren oder stehen von ihnen nur wenig ab; bei ausbleibendem Insektenbesuche kann also hier spontane Selbstbestäubung eintreten; man begegnet diesen Arten nur in Gruppen, welche sich noch wenig specifisch differenzirt haben. — 6) Bei vollkommen heterostylen Arten erstreckt sich die Differenzirung entweder nur auf die reciproken Längenverhältnisse von Griffeln und Staubfäden oder auch auf die Richtung der kürzeren Griffel, welche so stark bogenförmig divergiren, dass ihre Narbenäste der Kehlröhre dicht anliegen, oder auch auf die Länge der Narbenstrahlen, oder endlich auch auf Behaarung und Form der Griffel. — 7) Weder die Farbe der Blüthe noch die intensivere, gewöhnlich schwarz-violette Färbung der Basis der sonst gelben, blauen oder weisslichen Petalen stehen in irgend welchem Zusammenhange mit dem Mono- und Dimorphismus. — 8) Die auf Fremdbestäubung angewiesenen dimorphen Arten zeichnen sich vor den ihnen am nächsten verwandten monomorphen durch grössere Augenfälligkeit der Blüthen aus. Diese wird entweder durch die Grösse der Blüthe selbst oder durch die Anordnung der Blüthen in Köpfchen oder in eine tragblattlose, sehr reichblüthige Traube herbeigeführt. — 9) In einem auffälligen Zusammenhange steht der Mono- und Dimorphismus mit der Lebensdauer: sämmtliche grossblüthigen heterostylen Arten sind ausdauernd und fast sämmtliche kleinblüthigen homostylen einjährig.

Systematisches. Nachdem Kunth zuerst die *Turneraceen* als Abtheilung aufgestellt und der Familie der *Loaseen* zugewiesen hatte, behandelte sie A. P. de Candolle bald darauf als besondere Familie. Die späteren Botaniker, welche die natürliche Anordnung der Pflanzenfamilien studirten, haben die *Turneraceen* im Allgemeinen immer in die Nähe der *Passifloraceen*, *Loasaceen*, *Papayaceen* und *Malesherbiaceen* gestellt. In neuerer Zeit aber wollten Bentham und Hooker (in ihrer späteren Ansicht), sowie besonders Baillon und Balfour Fil. innigere Beziehungen derselben zu den *Bixaceen* erkennen, welche von allen neueren Systematikern (ob mit Recht, ist sehr fraglich) weit von den calycifloren *Passiflorales* entfernt und zu den *Parietales* gestellt werden. Es lässt sich nun aus dem Vorkommen der serial-oberständigen Beisprosse, der Ausbildung und Funktion der basalen Blattdrüsen, dem Vorkommen der Corona, der Stellung der Ovula, dem Fruchtbau, der Structur der Samen, dem Arillus etc. der Nachweis führen, dass die *Turneraceen* mit keiner anderen Familie näher verwandt sind als mit den *Passifloraceen*, und dass die intimsten Beziehungen nicht zu der Tribus der *Passifloreen* selbst, sondern zu der der *Modecceen* einerseits und der *Malesherbieen* anderseits vorliegen und zwar zu den ersteren altweltlichen mehr durch die afrikanische Gattung *Streptopetalum*, zu den letzteren neuweltlichen durch die fast ganz amerikanische Gattung *Piriqueta*. Für die *Turneraceen* aber bleiben allen *Passifloraceen* gegenüber als unterscheidende Merkmale bestehen: die gedrehte Kronpraefloration und der beim Anschwellen des Ovars sich abgliedernde und mit den Petalen und Filamenten abfallende Kelch.

Die von den älteren Botanikern aufgestellten Gattungen wurden von Bentham und Hooker auf drei (*Turnera*, *Erblichia*, *Wormskioldia*), von Baillon, welcher die von jenen aufgeführten Unterschiede für zu unbedeutend hielt, trotzdem recht auffällige habituelle Verschiedenheiten im Anschluss an die geographische Verbreitung vorlagen, auf eine einzige (*Turnera*) reducirt. Es gelang mir nun, eine Reihe bisher übersehener, an allen Arten geprüfter Merkmale aufzufinden, durch welche eine neue, wie ich denke, naturgemässe, mit der geographischen Verbreitung übereinstimmende Anordnung der Arten in 5 Gattungen (*Wormskioldia*, *Streptopetalum*, *Piriqueta*, *Mathurina* und *Turnera*) herbeigeführt wird. Als Eintheilungsprincip fungirt in erster Linie die anatomische Structur des Kelches und der Samenschale in Verbindung mit gewissen schwielenartigen Verdickungen im Innern der Kelchröhre, wodurch die beiden ersten Gattungen (des afrikanischen Festlandes) von den drei anderen (Amerikas und der afrikanischen Inseln) abgegrenzt werden. Jene werden wieder unter einander getrennt durch die Höhe der Insertion der Petala, durch das Vorkommen einer Ligula an der Basis derselben, durch den Abgang der Filamente, durch die Form und Dehiscenz der Früchte etc.; diese durch das Vorkommen einer Corona am Kelchschlunde, die Richtung der Blüthen, die Form und Grösse des Arillus, die Höhe der Gamosepalie etc.

Rücksichtlich der specifischen Eigenschaften verhalten sich die einzelnen Gattungen ganz verschieden. Die Arten der afrikanischen *Wormskioldia* und *Streptopetalum* sind durch weite Intervalle von einander getrennt und dazu so gut wie gar nicht variabel. Die amerikanischen *Piriqueta*-Arten zeigen sich, wenn sie von mehreren Standorten vorliegen, mit wenigen Ausnahmen im höchsten Grade variabel und bieten nur wenige specifisch brauchbare Merkmale dar. Die Gattung *Turnera* nimmt eine intermediäre Stellung ein; sie enthält theils Arten, die so weit von einander abstehen, dass man trotz sorgfältigster Untersuchung nicht einmal ihre nähere Verwandtschaft ermitteln kann, und daneben viel zahlreichere Species, welche, gleichsam noch in der Bildung begriffen, sich von einander nur durch untergeordnete Charaktere unterscheiden; wo diese konstant waren, habe ich specifisch getrennt, wo lückenlose Reihen von Uebergängen vorlagen, unbarmherzig zusammengezogen. Varietäten sind nur da aufgestellt, wo zahlreiche Exemplare verschiedener Standörter sie als solche documentirten, besonders dann, wenn dazu Verschiedenheit in dem Areale trat; sonst ist der Polymorphismus nur in der Diagnose und der Beschreibung zum Ausdrucke gebracht. — Die Gruppirung der Arten innerhalb der Gattung *Turnera* ist, um eine möglichst naturgemässe Anordnung zu gewinnen, auf ganz neuen Grundlagen durchgeführt. Leider existiren keine Merkmale, um wirkliche Sectionen zu bilden; es können die verwandten Arten nur in Reihen vereinigt werden, deren Charakteristik genau genommen fast immer auf ein Plus minus hinausläuft.

Die Anzahl der Arten hat sich seit DE CANDOLLE, welcher 1828 im Prodromus 14 Species beschrieb (eigentlich 32, die übrigen ergaben sich als Synonyme resp. nach dem von mir aufgestellten Massstabe der Speciesbegrenzung als Varietäten), hauptsächlich durch CAMBESSÈDES (in ST. HILAIRE's Flora Bras. mer.) auf 47 vermehrt. Zu diesen treten jetzt 36 zum ersten Male beschriebene Arten, nämlich *Wormskioldia brevicaulis* Urb., *W. lobata* Urb.; *Streptopetalum Hildebrandtii* Urb.; *Piriqueta Assuruensis* Urb., *P. sulfurea* Urb. et Rolfe, *P. Selloi* Urb., *P. plicata* Urb., *P. Tamberlikii* Urb., *P. nitida* Urb.; *Turnera Clausseniana* Urb., *T. Weddelliana* Urb. et Rolfe, *T. Panamensis* Urb., *T. Glaziovii* Urb., *T. macrophylla* Urb., *T. longipes* Triana, *T. Cearensis* Urb., *T. Pohliana* Urb., *T. callosa* Urb., *T. dolichostigma* Urb., *T. elliptica* Urb., *T. nervosa* Urb., *T. Riedeliana* Urb., *T. trigona* Urb., *T. Curassavica* Urb., *T. stachydifolia* Urb. et Rolfe, *T. annularis* Urb., *T. hebepetala* Urb., *T. calyptrocarpa* Urb., *T. Blanchetiana* Urb., *T. stipularis* Urb., *T. Schomburgkiana* Urb., *T. Pernambucensis* Urb., *T. albicans* Urb., *T. lucida* Urb., *T. coriacea* Urb., *T. arcuata* Urb. — ausserdem sehr zahlreiche neue Varietäten und Formen. Dass trotz der weiten Umgrenzung des Artbegriffs sich eine solch grosse Anzahl von Novitäten ergab, hat darin seinen Grund, dass man bei der Menge zweifelhafter und ungenügend beschriebener Arten seit CAMBESSÈDES nicht mehr wagte, aus dem Verbreitungscentrum der Familie neue Arten aufzustellen.

Pflanzengeographisches. Die Turneraceen sind auf Amerika und Afrika beschränkt und gehen über die heisse Zone dieser beiden Erdtheile nur mit wenigen Arten hinaus. Ausschliesslich in Amerika kommen vor die Gattungen *Turnera* mit 54 Arten und *Piriqueta* sect. *Eupiriqueta* mit 15 Arten und von der Sect. *Erblichia* allein die auf Panama beschränkte *Piriqueta odorata.* In Afrika finden wir von der letztgenannten Section 1 Art im Caplande und 2 unter sich nahe verwandte Arten auf Madagascar. Die 3 übrigen Gattungen sind in Afrika endemisch und zwar *Wormskioldia* mit 7 Arten, *Streptopetalum* mit 2 Arten (beide nur auf dem afrikanischen Festlande incl. der Insel Zanzibar) und die monotypische Gattung *Mathurina* auf der Insel Rodriguez. Rücksichtlich der Anzahl der Arten liegt das Verbreitungscentrum der Familie in Brasilien, in welchem fast ⅔ aller Turneraceen (65 pCt.) vorkommen und mehr als die Hälfte (56 pCt.) endemisch ist.

Von den Floristen werden zwei *Turnera*-Arten (*T. ulmifolia* und *trioniflora*, die ich als Varietäten einer Art auffasse) als auf den afrikanischen Inseln und im südlichen Asien vorkommend aufgeführt. Ueber die Einwanderung in historischen Zeiten ist nichts bekannt. Es lässt sich aber durch folgenden Schlusssatz nachweisen, dass sie erst in neuerer Zeit durch Vermittelung des Menschen dorthin gelangt sind. Beide Arten werden, die eine seit mehr als 100 Jahren, die andere mindestens seit 1820, in botanischen Gärten nicht blos Europas, sondern auch Asiens und der afrikanischen Inseln kultivirt. Alle in den verschiedensten Gärten seit den ältesten Zeiten bis heute kultivirten Exemplare stimmen in wunderbarer Weise nicht blos mit einander, sondern auch mit den an den angeführten Lokalitäten gesammelten Specimina überein; andrerseits findet man bei den amerikanischen Exemplaren der *T. ulmifolia* und *T. trioniflora* gerade eine solche Variation, dass es trotz des grossen zur Verfügung stehenden Materials nicht gelang, zwei vollkommen übereinstimmende Zweige verschiedener Lokalitäten ausfindig zu machen. Es ist deshalb im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Samen je eines bestimmten in Amerika gesammelten Exemplars in Kultur genommen sind, dass die daraus erzogenen Pflanzen durch Samen oder Stecklinge in den botanischen Gärten allgemein verbreitet wurden, und endlich dass sie im südlichen Asien und auf den afrikanischen Inseln, wo sie ihnen zusagende Lebensbedingungen antrafen, den Gärten entschlüpften.

In Bezug auf die Frage nach der Entwickelung der Turneraceen ist zu bemerken, dass sich trotz eifrigsten Studiums bei der jetzigen Kenntniss der Formenkreise so gut wie nichts ausmachen lässt, nicht einmal. ob die Turneraceen alt- oder neuweltlichen Ursprungs sind.

12. Fr. Buchenau: Die düngende Wirkung des aus den Baumkronen niederträufelnden Wassers.

Eingegangen am 23. Februar 1883.

Seit einer Reihe von Jahren habe ich mit grösster Regelmässigkeit eine Erscheinung beobachtet, welche die durch Salzgehalt bedingte düngende Kraft des aus den Baumkronen herabträufelnden Wassers beweist, und auf welche ich daher die Aufmerksamkeit der Botaniker hinlenken möchte.

Wo auf den ausgedehnten Wiesen oder Weideflächen unserer Umgegend, oder auf Rasenflächen von Parks ein einzelner hochkroniger Baum steht, da eilt stets im Frühjahre der Graswuchs unter der Laubkrone dem übrigen Graswuchse bedeutend voraus. Während ringsum die Rasenfläche noch im fahlen winterlichen Braungrün daliegt, ist der Rasen, soweit der Umfang der Baumkrone reicht, bereits freudiggrün; neue Blätter sind entwickelt, während sie ringsum noch nicht hervorgetreten sind. Dieses Vorauseilen der Vegetation bedingt regelmässig einen Unterschied von etwa acht, ja in einzelnen Fällen anscheinend selbst bis zu vierzehn Tagen. Späterhin wird dieser Unterschied natürlich ausgeglichen, doch beobachtet man nicht selten unter solchen einzelstehenden Bäumen auch im Sommer dichteren Graswuchs, als auf der übrigen Fläche (dass dichtzusammenschliessende Bäume oder solche mit tief herabhängenden Kronen den Graswuchs unter sich ersticken, ist ja dagegen bekannt genug und unschwer zu erklären). — Die frühzeitige Entwickelung im Frühjahr zeigt sich ganz ebenso, wenn auch in kleinerem Massstabe auf älteren, bereits mit Gras überwachsenen Maulwurfshaufen wie ich dies bereits in meinem Aufsatze: Die Flora der Maulwurfshaufen (Landw. Versuchs-Stationen, 1876, XIX., p. 175 bis 185) erwähnt habe. Während aber bei den Maulwurfshaufen der Hauptgrund in der Auflockerung und Drainirung des Bodens gesucht werden muss, welche der Sonnenwärme ein rascheres Eindringen gestattet, dürfte bei der geförderten Entwickelung des Graswuchses unter

Bäumen (wo ja die physikalische Beschaffenheit des Bodens keine Aenderung erlitten hat) nur an chemische Einflüsse zu denken sein. — Ich war zuerst sehr geneigt, an einen Auslaugungs-Prozess der alten Borke der Baumäste zu glauben, indessen zeigt sich die Erscheinung auch unter Bäumen mit wenig entwickelter glatter Borke. Wahrscheinlicher ist wohl, dass das von den Blättern herabträufelnde Regenwasser nicht mehr salzfrei ist.

Bereits im Anfange unseres Jahrhunderts zeigte ja Th. de Saussure (*Recherches chimiques*; übersetzt von Voigt, 1805, p. 263), dass Wasser, welches von aussen mit Laubblättern in Berührung kommt, diesen einen Theil ihrer alkalischen Salze raubt. Saussure fand in der Asche von frischen Blättern der Haselnuss 26 pCt. lösliche Salze, während dieselben Blätter, nachdem er sie im frischen Zustande acht Mal, je eine Viertelstunde mit kaltem Wasser gewaschen hatte, nur noch 8 pCt. davon enthielten. In Folge einer solchen Auslaugung muss das von den Laubblättern herniederträufelnde Wasser nothwendig eine düngende Kraft ausüben. — Es ist möglich, dass auch das von den Laubblättern aus Wasserspalten [1]) ausgeschiedene Wasser, welches ja stets geringe Mengen von Salzen enthält,[2]) wirksam ist, doch scheint es bis jetzt noch nicht beobachtet worden zu sein, dass Bäume solches in grösserer Menge ausscheiden, vielmehr ist anzunehmen, dass dieses bei krautartigen Pflanzen, namentlich während der Nacht, so häufige Phänomen bei Bäumen nur selten auftritt.[3]) Um so mehr verdient eine Beobachtung von Hartig (Botan. Ztg. 1853, p. 478) wieder in Erinnerung gebracht zu werden, nach welcher in einem Hainbuchenunterholze bei hellem klarem Wetter im Frühjahre vor der Belaubung die geschlossenen Knospen mit grosser Energie Wassertropfen ausschieden. Diese Zeit (vor dem Aufbrechen der Laubknospen der Bäume) ist nun gerade diejenige, in welcher sich die geförderte Entwickelung des Rasens unter den Bäumen zeigt; dabei ist aber doch nicht zu übersehen, dass auch das im Sommer von den Blättern herabträufelnde Regenwasser vermöge seines Salzgehaltes eine dauernde düngende Wirkung auszuüben vermag, welche sich recht wohl noch im nächsten Frühjahre bemerklich machen kann.

---

1) Vergl. über dieselben: A. de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne, p. 54.

2) Einige Zahlen über diesen Salzgehalt finden sich zusammengestellt in Jul. Sachs' Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen, p. 239.

3) Die Tropfen-Ausscheidung beruht bekanntlich darauf, dass in der Nacht die Transpiration der Blätter sehr vermindert wird, während die Wurzeln noch fortfahren, grössere Mengen von Wasser aus dem Boden aufzunehmen. Bei krautigen Pflanzen muss der so entstehende Ueberschuss leichter durch die Wasserspalten ausgeschieden werden, während bei den Holzpflanzen der Holzkörper zunächst noch grössere Mengen von Wasser aufzunehmen vermag. (Vgl. hierüber Sachs, Handbuch der Experimental-Physiologie, p. 235 ff.)

Sitzung vom 30. März 1883.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Thüme, Osmar, Oberlehrer in Dresden.
Schneider, Georg, Pharmaceut in Nauen.
Müncke, Robert, Dr. in Berlin SW., Luisenstr. 58.
Hänsch, Optiker und Mechaniker in Berlin S., Stallschreiberstr. 4.
Winter, Apotheker in Gerolstein (Rheinpreussen).
von Seemen, O., Rittmeister a. D. in Berlin SW., Halleschestr. 28.
Conwentz, Dr., Direktor des Westpreussischen Provinzialmuseums in Danzig.
Zimmermann, **Albrecht**, Dr., Assistent am botanischen Institut der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin N., Invalidenstr. 99. III.
Fischer, **Alfred**, Dr. Privatdocent in Leipzig.
Winter, Dr. in Zürich-Hottingen, Klossbachstr. 69.
Staub, **Moritz**, Prof. Dr. in Budapest.
Hegelmaier, Prof. Dr. in Tübingen.

Zum ausserordentlichen Mitgliede wird proklamirt:

Herr **Erfurth**, **R**., Seminarlehrer und Hofkantor in Weimar.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

stud. phil. **H**. **Klebahn** in Jena (durch Schwendener und Westermaier).
Dr. **Hermann Möller** in Berlin N., Invalidenstr. 108, III. (durch Frank und Tschirch).

Als ausserordentliches Mitglied ist vorgeschlagen:

Herr Dr. **Paul Schulz** in Berlin (durch Schwendener und Westermaier).

Der Vorsitzende theilt mit, dass Herr **von Uechtritz** in Breslau von der „Kommission für die Flora von Deutschland“ als Mitglied cooptirt sei.

Herr **Prahl** aus Posen macht der Gesellschaft Mittheilung über die Neuherausgabe einer „Flora der Provinz Posen“, an welche der dortige Naturwissenschaftliche Verein herangetreten ist und bittet diejenigen Herren, welche Kenntniss des Gebietes besitzen das Unternehmen zu unterstützen.

Mitglieder-Liste. (Fortsetzung).*)

Areschoug, F. W. C., Prof. Dr. in Lund.
Barnewitz, Realgymnasiallehrer in Brandenburg a. H.
Bartke, R., Cand. in Spandau, Markt 4.
Büsgen, M., Dr. phil. in Weilburg a. d. Lahn.
***Dresler, E. F.**, Kantor in Löwenberg i. Schl.
***Elstorpff, C.** in Thalmühle bei Zoppot.
***Erfurth, R.**, Seminarlehrer und Hofkantor in Weimar.
Fischer, Alfr., Dr., Privatdocent in Leipzig. (z. Z. in Freiberg in Sachs., Nonnengasse 203 I.)
Haberlandt, G., Dr., Professor an der k. k. technischen Hochschule und Privatdocent an der Universität in Graz, Klosterwiesgasse 41.
Hausser, Emil, Ordentlicher Lehrer an der Realschule in Barr i. Els.
Haussknecht, Prof. Dr. in Weimar.
Hegelmaier, Prof. Dr. in Tübingen.
Hellriegel, H., Prof. Dr. in Bernburg.
Kellermann, Dr. in Wunsiedel, Baiern.
Kirchner, O., Prof. Dr. in Hohenheim bei Stuttgart.
Kuntze, Otto, Dr. in Leipzig-Eutritzsch.
Leitgeb, H., Prof. Dr. in Graz, Neuthorgasse.
Linhart, Georg, Prof. a. d. kgl. ungar. landw. Academie in Ungar.-Altenburg.
Moeller, Josef, Dr. in Mariabrunn, Post Weidlingau, Oesterr. u. d. Enns.
Mülberger, Arthur, Dr. med. in Herrenalb, Württemberg.
Müller, Fritz, Dr. in Blumenau, Prov. Catharina, Brasilien.
Müller, J., Prof. Dr. in Genf.
Paeske, Fr., Referendar in Berlin W., Besselstr. 16 II.
Pentz, C., Oberapotheker in Hamburg, Lindenstr. 20 b. I.
Penzig, Otto, Prof. Direttore della stazione agraria in Modena.
Peyritsch, J., Prof. Dr. in Innsbruck.
Reess, Max, Prof. Dr. in Erlangen.
Schröter, C., Dr., Privatdocent in Fluntern bei Zürich, Mattenstr. 36.
von Seemen, O., Rittmeister a. D. in Berlin SW., Halleschestr. 28.
Stitzenberger, E., Dr., Arzt in Konstanz.
Stoll, Eugen, Apothekenbesitzer in Herborn, Reg.-Bez. Wiesbaden.
Vogl, August, E., Dr. k. k. Univ.-Prof. u. Obersanitätsrath in Wien, IX. Petrarkagasse 1.
Wagner, W., Dr., dirig. Arzt d. Knappschaftslazar. in Stadt-Königshütte.
***Waldner, H.** in Wasselnheim.
Winter, G., Dr. in Hottingen bei Zürich, Klossbachstr. 69.
Zimmermann, Albrecht, Dr. in Berlin N., Invalidenstr. 99 III.

---

*) Enthält diejenigen Mitglieder, welche im Monat März 1883 ihren Beitrag entrichtet haben. Berichtigungen fehlerhafter Adressen bittet man zu senden an Dr. A. Tschirch, Berlin N., Invalidenstr. 36.

Mittheilungen.

13. Henrich Klebahn: Ueber die Structur und die Function der Lenticellen, sowie über den Ersatz derselben bei einigen lenticellenfreien Holzgewächsen.

(Mit Tafel IV.)

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 6. März 1883.

Unsere Kenntniss vom Bau und von der Funktion der Lenticellen ist trotz einer Reihe zum Theil hervorragender Arbeiten[1]) nicht als abgeschlossen zu betrachten. Durch Herrn Prof. **Stahl** in Jena auf diesen Umstand aufmerksam gemacht, habe ich genannte Organe während des verflossenen Herbstes und Winters einer genaueren Untersuchung unterzogen. Eine Anzahl der bis jetzt gewonnenen und als feststehend zu betrachtenden Resultate theile ich im Folgenden kurz mit; in Betreff eingehenderer Darstellung verweise ich auf eine spätere Veröffentlichung, die folgen wird, nachdem ich das Verhalten der Lenticellen im Sommer mit den bisherigen Ergebnissen verglichen haben werde.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, den Herren Prof. **Stahl** und Prof. **Schwendener** für das meinen Arbeiten bisher entgegengebrachte Interesse hier meinen innigsten Dank auszusprechen. Das Material wurde mir zum grossen Theil durch freundliche Vermittlung des Herrn Prof. **Eichler** in dankenswerther Weise vom Berliner botanischen Garten zur Verfügung gestellt.

I. Zur Anatomie der Lenticellen.

Unter den Lenticellen der dikotylen Holzpflanzen und der Coniferen unterscheidet **Stahl** 2 Typen[2]):

---

[1]) Vergl. E. **Stahl**, Entwicklungsgeschichte u. Anatomie d. Lenticellen. Bot. Ztg. 1873. G. **Haberlandt**, Beiträge zur Kenntniss der Lenticellen. Sitzber. d. Wien. Academie 1875. (Ich citire nach den Separatabdrücken). J. C. **Costerus**, het wezen der lenticellen en hare verspreiding in het plantenrijk. Utrecht 1875. Ausserdem Arbeiten von O. L. **Müller**, d'**Arbaumont**, **Kreuz**, **Potonié** **Stapf** etc.

[2]) **Stahl**, l. c. p. 23 und 24.

1. Lenticellen, die lockere Füllzellen abwechselnd mit dichteren Zwischenstreifen bilden.
2. Lenticellen mit enger verbundenen Füllzellen, ohne Zwischenstreifen.

Beide Arten von Lenticellen sollen im Winter eine lückenlose, peridermartige Verschlussschicht bilden.[1])

Erster Typus.

Lockere Füllzellen und dichtere Zwischenstreifen.

Der erstgenannte Typus ist bei weitem der verbreitetste und in jeder Beziehung wohl charakterisirt. Es gehören unter anderen hierher die Lenticellen von: *Sophora*, *Robinia*, *Alnus*, *Betula*, *Crataegus*, *Sorbus*, *Prunus*, *Aesculus*.

Die genaue anatomische Untersuchung dieser Lenticellen in Stadien vom Juli bis Ende Februar hat nun ergeben, dass zwischen der Verschlussschicht und den Zwischenstreifen durchaus kein Unterschied zu machen ist. Sie bestehen beide aus Korkzellen, die eng an einander schliessen und daher auf Tangentialschnitten polygonal erscheinen, jedoch trotzdem kleine Intercellularräume zwischen sich lassen, die bei starker Vergrösserung (Seibert VII, Imm.) sowohl auf Tangentialschnitten, als auch in einigen Fällen auf Querschnitten deutlich gesehen wurden. Zum absolut sicheren Nachweis dieser in radialer Richtung die Verschlussschicht und die Zwischenstreifen durchsetzenden Intercellularkanäle gelangte ich in der Weise, dass die Schnitte mittelst eines mit Glycerin benetzten Messers geführt und dann sofort in eine zähe, erhärtende Mischung von Gummi arabicum und Glycerin eingelegt wurden. Auf diese Weise hergestellte, gut gelungene Querschnitte zeigten die Intercellularkanäle mit Luft erfüllt, als schwarze Streifen, die von den Intercellularräumen des Rindenparenchyms aus durch Phelloderm, Verjüngungsschicht, Verschlussschicht, Füllzellen und Zwischenstreifen hindurch zu verfolgen waren. Dass die schwarzen Streifen von Luft und nicht von optischen Verhältnissen des Periderms herrühren, ist sicher festgestellt.

Ferner wurde durch Untersuchung ein- und zweijähriger Lenticellen constatirt, dass dieselben wahrscheinlich allgemein mehr als einen Zwischenstreifen (= Verschlussschicht) im Jahre bilden. Mindestens 2 sind vorhanden bei *Ulmus*, *Acer campestre*, *Robinia*, *Sophora*; 3 wurden gezählt bei *Crataegus*, *Cerasus*; 4 bei *Aesculus Hippocastanum*, *Alnus glutinosa*. In den meisten Fällen waren ausser dem letztgebildeten unter den Füllzellen liegenden noch ein oder zwei über denselben liegende erhalten, d. h. nicht aufgerissen.

---

1) Stahl, l. c. p. 26. Haberlandt, l. c. p. 16.

Das Verhalten der Lenticellen dieses Typus während der Vegetationsperiode scheint also Folgendes zu sein: Im Frühjahr erzeugt die Verjüngungsschicht Füllzellen; dadurch wird der letzte Zwischenstreifen (die sog. winterliche Verschlussschicht) emporgewölbt und nach längerer oder kürzerer Zeit gesprengt. Inzwischen kann schon ein neuer Zwischenstreifen gebildet sein; dann werden wieder Füllzellen erzeugt und so fort, bis im Herbst ein letzter Zwischenstreifen das Ende der Thätigkeit der Verjüngungsschicht anzeigt.

Ferner folgt aus den anatomischen Befunden, dass diese Lenticellen zu jeder Jahreszeit, Sommer und Winter, für Luft durchlässig sein müssen.

Zweiter Typus.

Dichtere Füllzellen, keine Zwischenstreifen.

Hierher gehören namentlich die Lenticellen von *Gingko*, *Sambucus*, *Lonicera*, *Evonymus*, *Cornus*, *Salix*, *Myrica*, *Ampelopsis*; jedoch ist zu bemerken, dass dieser Typus nicht so gut charakterisirt ist, wie der vorige, und vielleicht in mehrere Untertypen zu zerfällen sein dürfte. Ich werde auf diese Verhältnisse in meiner späteren Veröffentlichung genauer eingehen.

An den genannten Lenticellen konnte eine Verschlussschicht nicht aufgefunden werden, vielmehr ergab sich ein annähernd gleiches Verhalten aller Schichten (abgesehen z. B. von den bei *Gingko* vorkommenden nur wenig dichteren braunen Streifen.).

Jedoch sind die im Herbst gebildeten Schichten etwas resistenzfähiger; ich folgere das daraus, dass sie bei *Sambucus* und *Cornus* im Februar noch erhalten und farblos waren, während die darüber liegenden Zellen sich bereits gebräunt und verwittert zeigten. Bei *Salix* fand sich jedoch kaum ein Unterschied zwischen den jüngeren und älteren Schichten.

Auch bei diesen Lenticellen konnte nach der oben besprochenen Methode constatirt werden, dass eine Luftcommunication selbst im Winter durch alle Schichten hindurch vorhanden ist; es sind folglich auch die Lenticellen des zweiten Typus im Winter für Luft durchlässig.

Das Verhalten im Laufe des Sommers ist hier etwa folgendes: Die Verjüngungsschicht producirt Füllzellen, die allmählig die darüber liegenden älteren emporheben; dabei entsteht im älteren Gewebe ein in longitudinaler Richtung verlaufender Riss (diese Richtung ist wohl auf Rechnung der Rindenspannung zu setzen) und so bildet sich auf den beiden Seiten der Lenticelle der bekannte Wulst. Im Herbst hört die Neubildung mit Entstehung einer etwas resistenteren Füllzellenlage auf.

Von den vorkommenden anatomischen Verschiedenheiten will ich hier nur noch das höchst eigenthümliche Verhalten zweier Gattungen erwähnen.

Ampelopsis quinquefolia.

Ein Schnitt (Quer- und Tangential-) durch das fertige Lenticellengewebe zeigt bei starker Vergrösserung ein ziemlich unverständliches Bild. Die Zellen erscheinen umgeben von dicken, auf dem Tangentialschnitt eigenthümlich verkrümmten Membranen, dazwischen liegen rundliche oder vierseitige Membranpartieen, die man nicht unterzubringen weiss. Aufklärung hierüber giebt uns die Entwickelungsgeschichte: Die Verjüngungsschicht, welche auffallend grosse, meist dreiseitige Intercellularräume besitzt, bildet nach aussen hin Füllzellen, welche die Intercellularräume theilweise in der Weise ausfüllen, dass sie Fortsätze in dieselben hinein bilden; durch Verdickung der Membranen werden diese Fortsätze dann zu jenen compacten Membrantheilen, die man auf den Schnitten durch das ältere Gewebe zwischen den Zellen eingelagert sieht. Auch Verkrümmungen der Wände scheinen zur Complication beizutragen. Die von den ursprünglichen Intercellularräumen übrig bleibenden abgeplatteten und verbogenen, jedoch zusammenhängenden Reste führen Luft Ein Wechsel in den Schichten ist nicht vorhanden.

Populus-Arten.

P. nigra, pyramidalis, Tremula. Die Verjüngungsschicht ist weniger deutlich und sehr tief eingesenkt, geschichtetes Phelloderm fehlt. Die Füllzellen lassen sich mit denen der vorherbesprochenen Pflanzen in keiner Weise vergleichen. Sie sind von länglicher Gestalt, in tangentialer Richtung gestreckt und mit ihren Enden, oft sich gabelig theilend, verwachsen. So bilden sie ein kleinzelliges, lockeres, aber doch in sich fest zusammenhängendes Gewebe. Die zwischen den Füllzellen bleibenden grossen Intercellularräume sind theilweise mit einer den Wänden aufgelagerten körnigen Substanz (Wachs?) erfüllt, im übrigen führen sie Luft. Im Winter sah ich eine lückenlose Peridermlage einen peripherischen Theil der Lenticelle abschliessen, in der Mitte an der eingesenkten Stelle fehlte dieselbe jedoch und hier fand offene Luftcommunication aus dem Parenchym nach aussen hin statt.

Die übrigen Lenticellen, die der Blattstiele, Wurzeln etc. werde ich später, soweit möglich, berücksichtigen.

II. Zur Physiologie der Lenticellen.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die fertigen Lenticellen Durchlüftungsorgane sind, die sowohl den Gasaustausch[1]) als auch die

---

[1]) Stahl, l. c p. 29—31.

Transspiration[1]) befördern. Das geht nicht nur aus dem anatomischen Bau hervor, sondern auch aus den angestellten Experimenten, deren ich eine grosse Anzahl wiederholt habe.

Jedoch in Betreff der Frage nach dem winterlichen Verschluss und der Lösung desselben im Frühjahr gehen die Versuchsresultate und die Meinungen der früheren Beobachter auseinander.

Stahl[2]) nimmt einen winterlichen Verschluss an, findet aber, dass geringe Luftmengen auch im Winter durch die Lenticellen sich hindurchpressen lassen.

Haberlandt[3]) will im April, Mai und in der ersten Hälfte des Juni noch keinerlei Luftaustritt haben hervorrufen können (ausser bei Sambucus). Die von ihm angestellten Transspirationsversuche ergaben jedoch, dass Anfang Juni die Lenticellen die Transspiration schon bedeutend befördern[4]). Er scheint daraus zu schliessen, dass die Beförderung der Transspiration die wichtigere Function der Lenticellen sei.

Costerus[5]) hat bei Sambucus im Winter Luft austreten sehen, auch bei Ampelopsis und Sambucus keine Verschlussschicht finden können; er beruhigt sich aber dabei, nicht so viele Fälle untersucht zu haben wie Stahl.

Auch Wiesner[6]) und Eder[7]) haben Luftaustritt im Winter beobachtet.

Dass sich im Winter aus den Lenticellen Luft auspressen lässt, erklärt sich nach meinen obigen anatomischen Befunden höchst einfach. Dass Haberlandt im April, Mai und Anfang Juni keinen Luftaustritt beobachten konnte, kann nur an einem Versuchsfehler liegen, denn wenn die vorjährigen Zwischenstreifen (Verschlussschichten) auch noch nicht gesprengt waren, so waren sie doch nicht undurchlässig; auch wäre es höchst auffällig, wenn im April und Mai, wo doch schon rege Stoffwechselprocesse vor sich gehen, sich die Durchlüftungsorgane noch nicht in Function befänden.

Um ein eigenes Urtheil zu gewinnen, habe ich im Laufe des Winters zahlreiche Druckversuche angestellt und werde dieselben bis in den Sommer fortsetzen. Aus denselben geht hervor, dass im Winter in vielen Fällen gar nicht ein so beträchtlicher Druck nöthig ist, um Luft durch die Lenticellen auszupressen. Der Druck, unter welchem ein deutliches Austreten von Luftblasen wahrgenommen werden kann, ist jedoch bei verschiedenen Pflanzen verschieden; 3—6 *cm* Quecksilber genügten bei 36 Pflanzen; 6—10 bei 19; mehr als 10 waren nöthig bei 17 Pflanzen. Die Zweige wurden bei diesen Versuchen erst unter Wasser getaucht, nachdem der Quecksilberdruck bereits einen Augenblick eingewirkt hatte, um einer capillaren Verstopfung der Lenticellen vorzubeugen.

---

[1]) Haberlandt, l. c. p. 22.

[2]) l. c. p. 32.

[3]) l. c. p. 16 und 21.

[4]) l. c. p. 21 und 22.

[5]) l. c. p. 53.

[6]) Versuche über den Ausgleich des Gasdrucks in den Geweben der Pflanzen. Sitzber. d. Wiener Acad. 1879.

[7]) Untersuchungen über die Ausscheidung von Wasserdampf etc. Sitzber. d. Wien. Acad. 1875.

Ferner habe ich die von Haberlandt[1]) zuerst angestellten Transspirationsversuche mit Winterzweigen wiederholt. Um die Resultate vergleichbar zu machen, bezog ich die Verdunstungsgrösse, welche sich ergab

nach der Verklebung der Lenticellen (mit Wachs) an dem einen Zweig . . . . (A)

resp. der Verklebung einer entsprechend grossen Rindenpartie, jedoch nicht der Lenticellen, an dem andern Zweig . . . . (B)

procentisch auf die Verdunstungsgrösse, welche sich ohne diese Manipulationen am ersten Versuchstage ergeben hatte. Folgende Tabellen besagen das Nähere:

Zwei *Sambucus*zweige verdunsteten:

		bei Haberlandt's Versuch im Juni		bei meinem Versuch im Januar	
		A. pCt.	B. pCt.	A. pCt.	B. pCt.
überhaupt, d. h. ohne die angegebene Verklebung (Procente vom Zweiggewicht)	1.Tag	2,67	3,26	1,37	1,28
nach Vornahme der oben angegebenen Verklebung (A u. B.); in Procenten der Verdunstung am 1. Tage	2.Tag	60	104	60	80
	3.Tag	72	101	68	100

Zwei Zweige von *Morus alba* verdunsteten:

		bei Haberlandt's Versuch im Juni		bei meinem Versuch im Januar	
		A. pCt.	B. pCt.	A. pCt.	B. pCt.
überhaupt, d. h ohne die angegebene Verklebung (Procente vom Zweiggewicht)	1.Tag	4,75	5,18	0,80	0,89
nach Vornahme der oben angegebenen Verklebung (A. u. B.); in Procenten der Verdunstung am 1. Tage	2.Tag	73	108	56	85
	3.Tag	76	96	46	80

---

[1]) l. c. p. 17—21.

Die Gesammtverdunstung war also eine verschiedene; das kann aber liegen am Alter und Wassergehalt des Zweiges, sowie an der Temperatur und Luftfeuchtigkeit des Versuchsraumes. Dagegen geht mit Evidenz aus obigen Zahlen hervor, dass der relative Einfluss der Lenticellen auf die Transspiration bei Haberlandt's im Juni und bei meinen im Januar angestellten Versuchen fast derselbe war. Weitere Versuche mit ganz ähnlichen Ergebnissen liegen vor, die ich später mittheilen werde.

Ich habe auch Kohlensäure durch ähnlich verklebte Zweige diffundiren lassen und gefunden, dass die auf Rechnung der Lenticellen im Winterzustand zu setzende diffundirte Gasmenge keine unbeträchtliche ist.

Dass nach obigen Versuchsresultaten, sowie nach den anatomischen Befunden unsere Ansicht über den winterlichen Verschluss etwas zu modificiren sein wird, leuchtet ein. Ein endgültiges Urtheil hierüber wage ich jedoch jetzt noch nicht auszusprechen. Ich hoffe diese Frage im Laufe des Sommers zu erledigen und dann zugleich mit den Einzelheiten und anderen hier nicht berührten Fragen genauer zu erörtern.

Ein Ersatz der Lenticellen bei einigen lenticellenfreien Holzgewächsen.

Der Mangel der Lenticellen bei einer Anzahl zum Theil kletternder und schlingender Sträucher¹) regte mich an zu untersuchen, in welchen Structurverhältnissen wohl diese Pflanzen einen Ersatz für die Lenticellen haben möchten.

Ich durchmusterte das Periderm von *Lonicera Periclymenum* und fand darin Zellgruppen, die mit durchschnittenen Markstrahlen eine gewisse Aehnlichkeit hatten. Auch schienen an diesen Stellen Intercellularräume vorhanden zu sein. Auf successiven Tangentialschnitten liess sich dann der Zusammenhang mit den Markstrahlen feststellen.²) Ich schritt nun zu einer Untersuchung der Markstrahlen auf Intercellularräume mittelst der oben angegebenen Methode und beobachtete in allen Fällen (*Acer*, *Sorbus*, *Berberis*, *Morus*, *Ribes*, *Populus*, *Tsuga*, *Spiraea* etc.), dass in den Markstrahlen zahlreiche Intercellularräume parallel in radialer Richtung verlaufen, durch Holz, Cambium und Rinde hindurch, eine Thatsache, die übrigens, wie ich jüngst erfuhr, vor Kurzem auch von Russow gefunden worden ist.³) Sie stehen,

---

1) Stahl, l. c. 31–33.

2) Diese Pflanze besitzt niedrige, zerstreute Markstrahlen.

3) Russow, Zur Kenntniss des Holzes, insbesondere des Coniferenholzes. Bot. Centralblatt 1883, No. 1–5.

Russow spricht die Vermuthung aus, dass sie auch während der Vegetationsruhe das Cambium durchsetzen. Ich kann dies als sicher behaupten.

wie auch Russow angiebt, mit den Intercellularen im Holz einerseits, mit denen der primären Rinde und den Lenticellen andererseits in Verbindung, und haben offenbar für die Durchlüftung, insbesondere des Holzes, eine grosse Bedeutung.

Ich glaube das durch folgenden Versuch bekräftigen zu können. Ein etwa 10 *cm* langer Zweig von *Berberis*[1]) wurde am oberen Ende luftdicht verkittet, dann 2 *cm* weit vom unteren Ende entfernt ein 2 *cm* hoher Rindenring vollständig (bis auf das Holz) entfernt und die ganze blossgelegte Partie sorgfältig verkittet. Dann wurde in den unteren Theil (Rinde und Holz) Luft eingepresst. Bei Anwendung eines Drucks von 14 *cm* Quecksilber trat aus den Lenticellen des oberen Rindentheils ziemlich reichlich Luft aus. Da die Luft an der von der Rinde entblössten Strecke nur das Holz passiren konnte, da ferner wegen des niedrigen Drucks und des verhältnissmässig reichlichen Luftaustritts an einen Gasdurchtritt durch Membranen mittelst Absorption nicht gedacht werden kann, so betrachte ich diesen Versuch als einen Beweis für die Möglichkeit eines directen Gasverkehrs von aussen bis in die Intercellularräume des Holzes.

Dieselben Markstrahlintercellularen sind es nun, die bei einer Anzahl (nicht bei allen) lenticellenlosen Holzpflanzen mit Ringelborke die Function der Lenticellen übernehmen. Da, wo der Peridermring den Markstrahl durchschneidet (und das findet schon am einjährigen Zweige statt), besitzt ersterer Intercellularräume, die aus denen des Markstrahls entstanden sind und radial das Periderm durchsetzen. Dies Verhalten zeigen die Arten der Gattung *Vitis* (*riparia*, *vulpina*), *Lonicera Periclymenum*, *Clematis Vitalba*, *Philadelphus coronarius.* Detailbeschreibungen werde ich später geben und nur noch erwähnen, dass in einigen Fällen die Markstrahlintercellularen die einzigen überhaupt vorhandenen sind (am mehrjährigen Zweig).

Bei Druckversuchen zum Nachweis des Vorhandenseins dieser Luftcommunication muss man alle Borkeschichten bis auf das jüngste Periderm entfernen, da sonst die an der Schnittfläche eingepresste Luft zwischen den Borkeschichten eindringt und hier der zahlreichen Risse wegen einen leichten Ausweg findet. Leicht gelingt diese Entfernung bei einjährigen *Clematis*-Internodien (Winterzustand), und es liess sich hier constatiren, dass bei einem Druck von 12 *cm* Quecksilber Reihen von Blasen in den über den Markstrahlen liegenden Furchen austraten, während an den dazwischen liegenden Riefen kein Luftaustritt stattfand.

---

1) Mit sehr hohen Markstrahlen. Die Intercellularen derselben münden an der Grenze zwischen primärer und secundärer Rinde in eine grössere Luftlacune, die mit den Intercellularen der primären Rinde und mit den Lenticellen in Verbindung steht.

Erklärung der Abbildungen.

Die Zeichnungen sind mittelst der *Camera lucida* nach einem Seibert'schen Instrument entworfen.

Fig. 1. *Betula alba.* Theil eines Querschnitts durch eine zweijährige Lenticelle im Winterzustand. pd Periderm, Rp Rindenparenchym, vj Verjüngungsschicht, phd Phelloderm, f Reste der Füllzellen. Die Intercellularräume der Zwischenstreifen (Verschlussschichten) (z) und der darunter liegenden Gewebe führen Luft und erscheinen daher schwarz (l). (Gummiglycerinpräparat).

„ 2. *Aesculus Hippocastanum.* Tangentialschnitt durch den letzten Zwischenstreifen (Verschlussschicht); i Intercellularräume.

„ 3. *Sophora japonica.* Querschnitt durch dieselbe Schicht (z), l die lufterfüllten Intercellularkanäle, vj Vergüngungsschicht (nicht ausgeführt). (Gummiglycerinpräparat).

„ 4. *Gingko biloba.* (Zweiter Typus). Tangentialschnitt durch die Füllzellen.

„ 5—8. *Ampelopsis quinquefolia.*

„ 5. Querschnitt durch die Füllzellen (f), c durchschnittene Fortsätze derselben, vj Verjüngungsschicht.

„ 6. Verjüngungsschicht, Tangentialschnitt.

„ 7. Tangentialschnitt an der Grenze zwischen Füllzellen und Verjüngungsschicht. Die Füllzellen bilden Fortsätze (a) in die Intercellularräume hinein, welche dieselben bis auf feine Reste (i) ausfüllen.

„ 8. Ausgebildete Füllzellen, Tangentialschnitt

„ 9—10. *Populus nigra.*

„ 9. Tangentialschnitt durch die Füllzellen, in den Intercellularräumen eine körnige Substanz.

„ 10. Querschnitt, um den Verband der Füllzellen zu zeigen. Canadabalsampräparat, daher die körnige Substanz nicht sichtbar. k Zellkerne.

„ 11—12. *Vitis riparia.*

„ 11. Querschnitt durch Rinde und Holz. MM' ein Markstrahl, mit den luftführenden Intercellularkanälen, die auch das Periderm (pd) durchsetzen. g Gefässe, b Borke. (Gummiglycerinpräparat).

„ 12. Längsschnitt durch den Markstrahl, ebenfalls im Periderm die Intercellularen zeigend. (Gummiglycerinpräparat).

14. E. Heinricher: Der abnorme Stengelbau der Centaureen, anatomisch-physiologisch betrachtet.

(Mit Tafel V.)

Eingegangen am 18. März 1883.

Unter den Dicotylen findet sich eine relativ geringe Zahl von Familien, Gattungen und Arten mit rindenständigen Bündeln. De Bary's vergleichende Anatomie (p. 266) enthält eine vollständige Zusammenstellung und Erörterung solcher Fälle. Zu den dort angeführten gesellt sich die Gattung *Armeria*, welche nach einer Abbildung Westermaier's[1]) viele Rindenbündel im Blüthenschaft besitzt.

Gegenwärtig mit einer anatomischen Bearbeitung der artenreichen Gattung *Centaurea* beschäftigt, um zu erfahren, wie weit die einzelnen Arten klimatischen und Standorts-Verhältnissen im anatomischen Baue angepasst seien, finde ich auch bei der Mehrzahl der Arten dieser Gattung ein rindenläufiges Bündelsystem ausgebildet.

Schon der Mangel an lebendem Material nöthigt mich, den Abschluss der Untersuchung auf den Herbst zu verschieben, doch bringe ich den der Hauptsache nach abgeschlossenen Theil über die rindenständigen Gefässbündel schon an dieser Stelle zur vorläufigen Mittheilung.[2])

Der Stengelbau der meisten *Centaureen* ist wesentlich folgender. Ein centrales Mark wird von dem bei Dicotylen typischen Bündelring umschlossen. Die einzelnen Gefässbündel haben wenigstens an der Phloëmseite starke Bastbelege, in vielen Fällen auch an ihrer Innenseite. Letzteres tritt besonders dann ein, wenn das Markstrahlengewebe zwischen den einzelnen Bündeln keine verstärkte Ausbildung erfährt und relativ dünnwandig bleibt. Die Biegungsfestigkeit beruht alsdann auf der Combination der inneren und äusseren Bastbelege zu Trägern. Bei mächtig verstärkten Wandungen des Markstrahlengewebes wird durch diese Markstrahlenpartien der tangentiale Verband mit den Bast-

---

1) Beiträge zur Kenntniss des mechanischen Gewebesystems, Fig. 4, Tafel I. (Monatsb. d. kgl. Acad. d. Wiss. zu Berlin, Jan. 1881).

2) Diese Untersuchung wurde im botan. Institute der kgl. Universität zu Berlin gemacht. Dem Leiter desselben, Herrn Prof. Dr. Schwendener, schulde ich für das freundliche Entgegenkommen während meines Berliner Aufenthaltes in jeder Beziehung vielen Dank.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Eichler für die Liberalität, mit der mir die Benutzung des kgl. Herbars gestattet wurde.

belegen an der Phloëmseite erzielt und der Biegungsfestigkeit durch Anordnung der mechanisch wirksamen Elemente in der Form eines in sich geschlossenen Cylinders Genüge geleistet.

Das Rindengewebe differenzirt sich in drei Theile: in subepidermale Collenchymrippen, in assimilirendes subepidermales Parenchym zwischen den Collenchymrippen und in ein dünnwandiges, chlorophyllfreies Parenchym unterhalb des Assimilationsgewebes und der Collenchymrippen, welches sich dem normalen Bündelring anlagert. In diesem Parenchym liegen die Rindenbündel und zwar entweder rings von den Zellen desselben umgeben oder, wie meist, angelehnt an die Bastbelege der Gefässbündel des typischen Bündelkreises oder an die aus starkwandigen Zellen bestehenden Markstrahlenpartien. Fig. 1 (Taf. V) zeigt den halben Stengelquerschnitt einer so gebauten *Centaurea.*

Fragen wir nun, ob für das Auftreten dieses rindenläufigen Bündelsystems eine physiologische Ursache geltend gemacht werden kann, so lassen die Ergebnisse der Untersuchung eine bejahende Antwort zu und wir können sagen: Das rindenständige Bündelsystem ist eine Folge der reichlichen Entwicklung von Assimilationsgewebe im Stengel.

Es ist einleuchtend, dass ein peripherisches System von leitenden Strängen einerseits zur Wasserversorgung für das peripherische Assimilationsgewebe, andererseits zur Ableitung der in demselben geschaffenen plastischen Stoffe dienen und somit der Pflanze von wesentlichem Vortheil sein muss.

Folgende Thatsachen begründen diese Auffassung. Lassen wir von 38 *Centaurea*-Arten, deren Stengeltheile untersucht wurden, 4 Arten ob ihrer complicirteren Bauverhältnisse vorläufig bei Seite, so zeigen von den übrigen 34 Arten 28 rindenläufige Bündel. Es sind dies:

C. *Achaia.*
C. *aggregata* F. et M.
C. *america* Nutt.
C. *argentea* L.
C. *argyrophylla* Steud.
C. *Behen* L.
C. *capillata* L.
C. *cheiracantha* Fenzl.
C. *Cyanus* L.
C. *gymnocarpa.*
C. *intricata.*
C. *Jacea* L.
C. *macrocephala* Muss.
C. *Musarum.*
C. *napifolia* L.
C. *pallescens* Delil.
C. *ramosissima* Tausch.
C. *salicifolia* Bbrst.
C. *scoparia* Sieber.
C. *senegalensis* Dec.
C. *solstitialis* L.
C. *sphaerocephala* L.
C. *spinosa* L.
C. *squarrosa* Willd.
C. *uliginosa* Brot.
C. *Verutum* L.
C. *virgata* Cav.

Alle diese Arten besitzen ein mehr oder minder entwickeltes Assimilationsgewebe zwischen den Collenchymrippen des Stengels, ja bei 16 von den angeführten 28 kommt es zur Ausbildung von Pallisaden. Diese werden bei den sparrigen Formen wie *C. aggregata*, *C. scoparia*, *C. squarrosa*, *C. virgata* in drei wohl entwickelten Lagen ausgebildet, so dass im Stengel ein Assimilationssystem geschaffen wird, welches in seiner Leistungsfähigkeit bereits jenes der Blätter übertrifft. Denn Hand in Hand mit der mächtigeren Ausbildung des Assimilationssystems im Stengel dieser Formen geht die Verminderung der Grösse ihrer Blätter. *C. Scoparia* (*caule suffruticoso ramosissimo*, *folii*s *radical-lineari oblongis dentatis*, *caulinis linearibus integerrimis*, *summis minimis*) bietet in der That schon den Eindruck einer Spartiumform, und ebenso herrschen bei den anderen genannten Arten linealische kleine Blätter vor.

Betrachten wir dem gegenüber die 6 Arten ohne rindenläufige Bündel (*C. arguta* Nees., *C. Fischeri* Willd., *C. hyssopifolia* Vahl., *C. glomerata* Vahl., *C. phyllocephala* Boiss. und *C. pulchella* Ledeb.), so besitzen von diesen nur die drei ersten Assimilationsgewebe im Stengel; bei keiner aber kommt es zu einer starken Ausbildung desselben, Pallisaden fehlen allen dreien.

Bei *C. arguta* ist das Assimilationsgewebe relativ noch am stärksten ausgebildet und fällt das Fehlen der Rindenbündel etwas auf. *C. Fischeri* hat an den unteren Stengeltheilen kein eigentliches Assimilationsgewebe, es treten nur in collenchymatischen Parenchymzellen spärlich Clorophyllkörner auf; in den oberen Stengeltheilen verlieren die Chlorophyll führenden Zellen den collenchymatischen Charakter, der Chlorophyllgehalt derselben nimmt zu. Immerhin kann das Assimilationsgewebe des Stengels quantitativ bedeutend genannt werden; wird doch dafür in den grossen und ziemlich dicht stehenden Blättern ein ausgiebiger Assimilationsapparat geschaffen. *C. hyssopifolia* hat zwar linealische Blättchen, sie stehen jedoch gedrängt, und die Stengelinternodien werden nur etwa 3 *mm* lang. Dazu kommt die geringe Stengeldicke (der Durchmesser dürfte kaum über 1½ *mm* erreichen), bei welcher rindenständige Bündel überflüssig sein mögen.

Von den drei *Centaureen* ohne Assimilationsgewebe und ohne rindenständige Bündel ist *C. glomerata* eine acaule bis subacaule Form, bei welcher der Mangel von Assimilationsgewebe in dem kurzen Stengelchen, das ganz allmählig in die Wurzel übergeht, erklärlich ist. Die Blätter entwickelt die Pflanze rosettenartig dicht unter dem Blüthenkopf.

Am klarsten tritt die Abhängigkeit der Ausbildung rindenläufiger Bündel vom Vorhandensein eines Assimilationsgewebes im Stengel bei *C. pulchella* u. *C. phyllocephala* zu Tage. Es sind dies bis fusshohe Formen mit dünnen Stengeln, an denen jedes Assimilationsgewebe fehlt.

Dies prägt sich schon äusserlich durch das bleiche Weissgelb der Stammtheile aus, denn die Internodien sind bei beiden Arten von ganz beträchtlicher Ausdehnung. Diese beiden Arten bilden die Hauptstütze unserer, für das Auftreten der rindenläufigen Bündel gegebenen Deutung. — Die Existenz einiger Arten, welche trotz des Besitzes von Assimilationsgewebe im Stengel der rindenläufigen Bündel entbehren, ist nichts Auffälliges, umsoweniger, da in diesen Fällen das Assimilationsgewebe keine hervortretende Ausbildung zeigt. Finden sich doch andere Compositen (geschweige Dicotylen) genug, die Assimilationsgewebe im Stengel führen und doch auch keine rindenläufigen Bündel besitzen. Es ist dies eben eine erworbene, nützliche Eigenthümlichkeit der Centaureen; einzelne Arten haben sie entweder noch nicht erlangt, oder ihre Lebensverhältnisse wirken auf eine derartige Anpassung überhaupt nicht hin.

Die gegebene Deutung wird aber auch durch die Verhältnisse, welche bei drei Centaureen auftreten, die wir unter den Arten mit rindenständigen Bündeln anführten, gestützt. *C. argentea*, *C. argyrophylla* u. *C. gymnocarpa*, denen sich sicherlich noch andere anschliessen, bilden nämlich zweierlei Sprosse, die sich anatomisch verschieden verhalten. Ich hatte diese drei Arten in Exemplaren, die im Kalthaus überwinterten, lebend zur Verfügung. Diese überwinternden Sprossen (an den vorgelegenen Pflanzen waren sie bis 1 Fuss hoch und mehrfach verzweigt) haben sehr gedrängte Internodien und die grossen, filzigen Blätter sitzen mit scheidenartig verbreitertem Blattstiel auf. Ein ausgesprochenes Assimilationsgewebe fehlt an ihnen, nur hie und da finden sich Nester von Zellen, die etwas Chlorophyll führen, Dem entsprechend sind in ihnen auch keine Rindenbündel mehr vorhanden. Die Inflorescenzsprosse, (sie mögen entweder Seitentriebe der gestauchten Hauptsprosse sein oder vielleicht auch durch geändertes Wachsthum dieser selbst hervorgehen) von diesen Centaureen standen mir in Herbarienexemplaren zu Gebote. Sie zeigen wenige und durch lange Internodien getrennte Blätter und bilden, nach oben zunehmend, Assimilationsgewebe aus. In ihnen fehlen aber auch die rindenläufigen Bündel nicht. Die Beziehung zwischen Assimilationsgewebe und rindenläufigen Bündeln spricht sich hier deutlich aus.

Die rindenläufigen Bündel der Centaureen zeigen indess sehr häufig noch eine besondere Eigenthümlichkeit in der Lagerung ihrer Theile, des Phloëms und Xylems; letzteres sieht gegen den Stengelumfang, ersteres nach dem Centrum. (Fig. 1 u. 3.)

Diese „verkehrte“ Lagerung von Phloëm und Xylem lässt sich ebenfalls physiologisch begründen: sie ist der Ausdruck für das Schutzbedürfniss des zartwandigen Phloëms.

Die extremen Formen lehren dies; denn die verkehrte Lagerung wird dort zur Regel, wo durch sie dem Phloëm in der That ein bedeutender Schutz erwächst. So ist es bei Formen, wo das Assimilationssystem des Stengels ziemlich tief ins Rindengewebe hineinreicht und wo desshalb die Rindenbündel nicht zu weit an die Peripherie vorzutreten brauchen, um ihren Zweck zu erfüllen; wo ferner die Stengel einen festen Bau zeigen, so dass nicht nur mächtige Bastbelege an der Phloëmseite der normalen Bündel liegen, sondern auch das Markstrahlengewebe zwischen den Bündeln dickwandig wird, ja oft aus Zellen besteht, die auf den Querschnitt kaum von jenen der Bastbelege zu unterscheiden sind. Bei so gebauten Arten lehnt sich das Phloëm an die festen Gewebetheile an oder wird auch förmlich in sie versenkt.

Das Extrem nach der anderen Richtung repräsentirt *C. senegalensis*, eine Pflanze, von der wir, ihrem Bau nach, annehmen dürfen, dass sie Standorte inne hat, an denen kein bedeutender Feuchtigkeitsmangel eintritt. Hier ist das Assimilationssystem vom normalen Bündelring noch durch eine mächtige Lage farblosen Rindenparenchyms geschieden und es fehlt ein aus hervortretend dickwandigeren Zellen bestehendes Markstrahlengewebe zwischen den einzelnen Bündeln. Wir finden desshalb auch bei *C. senegalensis* die Rindenbündel unmittelbar unter dem Assimilationssystem und, da sie sich an keine derbwandigen Elemente anlehnen können, sind ihre Phloëm- und Xylemtheile fast durchgehend normal gelagert; die grösseren Bündel aber bilden eine schützende Lage von Bastzellen an der Aussenseite des Phloëms (Fig. 2.).

Bei zwischenliegenden Formen ist die Orientirung von Phloëm und Xylem der Rindenbündel eine mehr schwankende; bald ist Umkehrung vorhanden und das Phloëm festeren Gewebetheilen angelehnt, bald liegt das ganze Bündel in solchen versenkt, wobei aber die beiden Theile tangential nebeneinander oder auch wohl in normaler Lage sich befinden. Auch frei im Rindenparenchym liegende Bündel zeigen die Einwärtskehrung des Phloëms, denn es mag ja auch dadurch schon eine günstigere Lage für dasselbe erreicht werden, in der es durch Spannungsverschiedenheiten in den angrenzenden Zellen weniger beeinflusst wird, als wenn es nach aussen läge.

Zu erwähnen wäre auch, dass die rindenläufigen Bündel öfter bloss aus Xylemelementen bestehen. In Fig. 3 bilden sechs, in Fig. 4 sogar nur zwei nebeneinander laufende Gefässe ein solches Bündelchen. Bei der geringen Grösse der meisten Bündel sind Phloëm und Xylem nicht immer leicht zu unterscheiden, doch scheint es, als ob reine Xylembündel ziemlich häufig wären.

Dies mag ein Hinweis auf einen grösseren Wasserbedarf sein, denn, abgesehen von den Bedürfnissen des peripheren Assimilationssystems an sich, wird ein solches auch dadurch erklärlich, dass die Centaureen zum grössten Theil Bewohner von Florengebieten und Standorten sind, die wenigstens zeitweiliger Trockenheit und meist starker Besonnung ausgesetzt sind. Sie gehören ganz vorwiegend der Mediterran- und Steppenflora an und wie ich s. Z. des Weiteren zu erörtern haben werde, spricht sich das bezüglich des Standortes gesagte auch darin aus, dass die meisten centrisch gebaute Blätter besitzen — womit wohl Vertikalstellung derselben verbunden sein wird. Diese Eigenart kommt schon bei einer Anzahl unserer einheimischen Centaureen zum Ausdruck.

Ueber die Herkunft der rindenläufigen Bündel vermag ich noch nicht mit völliger Bestimmtheit zu entscheiden, denn zu meinen diesbezüglichen Untersuchungen hatte ich nur halb erfrorene Sprosse von *C. salicifolia* zur Verfügung. Die mit diesem ungünstigen Material erzielten Ergebnisse machen es wahrscheinlich, dass die Rindenbündel stammeigene Stränge sind. Darin würden sie sich von allen Pflanzen mit rindenständigen Bündeln, welche De Bary aufzählt, unterscheiden.[1] Für einen stammeigenen Ursprung sprechen indess einigermassen zwei Momente: 1. Die Umkehrung des Phloëms und Xylems in diesen Bündeln, während die Blattbündel immer normale Orientirung zeigen, 2. Jene Centaureen, wie *C. argentea* etc., bei denen die mit grossen Blättern, aber gestauchten Internodien versehenen Stengel keine rindenläufigen Bündel haben, während sie in den Inflorescenzsprossen, die wenig Blätter haben, vorhanden sind.

Die Anlage der Rindenbündel findet bei *C. salicifolia* nahe dem Vegetationspunkte statt, jedoch etwas später als die des typischen Bündelringes. Zur Zeit, da hier in den stärkeren Cambiumbündeln die ersten Gefässe sich differenziren, beginnt die Anlage der Rindenbündel, indem einige oder auch eine Protenparenchymzelle Theilungen eingeht, die zunächst zur Bildung eines cambialen Stranges führen.

Ausser den bisher besprochenen, eigenartigen Bauverhältnissen der Stengel, die der Mehrzahl der Centaureen zukommen, finden sich bei anderen noch complicirtere Abweichungen von der typischen Bündelanordnung der Dicotylen.

Theilweise lassen sich diese mit den bisher besprochenen in Beziehung bringen, theilweise aber sind die Abweichungen weitergehende. Sie mögen hier im Anschluss kurz erwähnt werden, obwohl sich für dieselben eine physiologische Deutung nur in der allgemeinsten Weise geben lässt.

Schon einzelne Formen, die in ihrem Stengelbau dem besprochenen Typus (Fig. 1 also etwa) folgen, zeigen eine wesentlich abweichende Bündelanordnung in dem etwas verbreiterten Stengeltheil unter dem Blüthenkorb. Hier finden sich zwei Kreise grosser Bündel, die ihre Sieb- und Holztheile normal orientirt haben. Im äusseren Kreise kommen

---

1) Hingegen sind die Rindenbündel im Schafte von *Armeria* offenbar stammeigene und für ihr Auftreten wird auch das gleiche physiologische Moment gelten, wie bei den *Centaureen*. Die starke Entwicklung von Assimilationsgewebe im Schafte bedingt es.

noch vereinzelte kleine Bündel dazu; diese zeigen in der Lagerung von Phloëm und Xylem keine Regelmässigkeit, sie entsprechen wohl den rindenläufigen Bündeln der übrigen Stengeltheile.

Aehnliche Verhältnisse herrschen bei den Riesen unter den Centaureen, wie bei *C. regia Boiss.*, *C. gigantea*, *C. alata.* Bei letzterer finden wir sie in extremer Weise; Fig. 6 vermag dies zu veranschaulichen. Wieder sind es zwei Kreise grosser Bündel, von denen die des inneren dicht gedrängt stehen. Phloëm und Xylem sind bei diesen normal gelagert, hingegen kommt zwischen den ausseren grossen Bündeln noch ein System kleiner vor, welche ihre Sieb- und Holztheile ganz wechselnd gestellt haben. Ich vermuthe, dass auch hier diese kleinen Bündel den rindenläufigen Bündeln, welche sich bei den zuerst besprochenen Centaureen finden, entsprechen. Die grösseren Bündel des äusseren Kreises aber sind vielleicht Blattspurstränge, die entweder stets oder doch eine bestimmte Strecke hindurch rindenläufig waren. Da ich über lebendes Material von diesen Centaureen wohl kaum werde verfügen können, muss die exakte Beantwortung dieser Frage offen bleiben.

Aber nicht nur Riesen der Gattung *Centaurea*, sondern auch ein Zwerg derselben besitzt ein so reiches Leitungssystem. Bei *C. acaulis L.*, einer subacaulen Form, die nach Bildung der mehr oder minder in eine Rosette zusammengedrängten Blätter auf einem, etwa 24—26 *mm* langen Schafte ihren Blüthenkorb emporhebt, finden wir zwar erklärlicher Weise kein Assimilationsgewebe am Stengel, doch ein reiches in seiner Vertheilung an Monocotylen erinnerndes Bündelsystem (Fig. 7.). Die Bündel lassen sich nicht in ausgesprochene Kreise gruppiren; stellenweise scheinen sie in zwei, stellenweise in drei Kreisen angeordnet zu sein.

Die reiche Entwicklung des Gefässbündelsystems, wie sie bei einigen Arten lokal unter dem Blüthenkopf auftritt, bei anderen die gesammten Stengeltheile beherrscht, deutet jedenfalls auf ein in hohem Grade gesteigertes Leitungsbedürfniss hin. Es leuchtet wohl ein, dass an der localen Strecke unter dem Blüthenkorbe ein solches sich einstellt, indem eine grosse, auf engem Raum concentrirte Bildungsstätte geschaffen ist, für welche vergrösserte Leitungsbahnen, wo nicht absolut nöthig, doch jedenfalls förderlich sind. Wohl wesentlich unter denselben Gesichtspunkt fällt der Bau, den das kurze Stengelchen von *C. acaulis* zeigt.

Andererseits ist der Vortheil, den ein alle Stengeltheile beherrschendes, reiches Bündelsystem bei den riesigen vorher angeführten Formen der Pflanze gewährt, nicht minder leicht einzusehen, besonders wenn man die Vegetationsverhältnisse der betreffenden Arten berücksichtigt. Eine vollkommenere Darlegung würde uns jedoch hier zu weit führen.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind mit der *Camera lucida* entworfen. Die in Klammern beigefügten Zahlen geben die Vergrösserung an.

Die gelben Partien bezeichnen mechanisch wirksame Elemente, als: Collenchym (die peripherischen Rippen), Bastbelege und starkwandiges Markstrahlenparenchym (Fig. 3 und 4). Die schütter schraffirten Theile bezeichnen Assimilationsgewebe, die dicht schraffirten Xylem.

Fig. 1. Ein als Schema für den Bau der meisten *Centaureen* giltiger, halber Stengelquerschnitt von *C. aggregata.* Die Punktlinien zwischen den Bündeln des typischen Kreises geben die Umgrenzung des starkwandigen Markstrahlenparenchyms. (90).

„ 2. Theil des Stengelquerschnittes von *C. senegalensis.* Die innere Grenzlinie bezeichnet die Begrenzung der Markhöhlung, eine solche findet sich bei den *Centaureen* nur selten (90).

„ 3. Ein rindenläufiges Bündel von *C. spinosa* am Querschnitte; es zeigt die Umkehrung der typischen Lagerung von Xylem und Phloëm. p (Pallisaden), au (aussen), i (innen) (400).

„ 4 und 5. Blos aus Gefässen bestehende Rindenbündel von *C. squarrosa* und *C. spinosa* (400, 310).

„ 6. Theil des Stengelquerschnittes von *C. alata.* Vgl. Text p. 128 (30).

„ 7. Der Stengelquerschnitt von *C. acaulis.* Vgl. Text p. 128 (30).

15. P. Magnus: Das Auftreten von Aphanizomenon flos aquae (L.) Ralfs im Eise bei Berlin.

Eingegangen am 20. März 1883.

Herr **Mudrack** hat vom Berliner Magistrat den Eisertrag des Reinickendorfer Sees bei Berlin gepachtet. Im Januar 1883 ging eine Beschwerde von ihm ein, dass das dort gewonnene Eis in beträchtlicher Dicke grün sei und von den Brauereien wegen seines Geruches nicht gebraucht werden könne. Ich wurde vom Magistrat aufgefordert, das Eis zu untersuchen. Es zeigte sich aussen in der Dicke von 5 *cm* vollständig durchsetzt von den Bündeln einer blaugrünen Alge, die zu der Gattung *Aphanizomenon Morr.* (*Limnochlode Kg.*) gehört.

Das ganze Eis war 13 *cm* dick; es zeigte sich unter den fünf von *Aphanizomenon* dicht durchsetzten Centimetern meist klar und führte nur hier und da grössere oder kleinere solche grünen von der Alge gebildeten Flecke.

Die Alge bestand aus Bündeln parallel gerichteter, dicht bei einander liegender Fäden, deren Gliederzellen isodiametrisch, seltener etwas länger als breit sind. Der Inhalt zeigt sich selten homogen blaugrün, tritt vielmehr meist in Form blaugrüner Körner auf. Dieses Zerfallen des blaugrünen Inhalts in blaugrün gefärbte Körnchen bis band- oder schlauchförmige Parthieen ist bei den *Phycochromaceen* sehr häufig, und beschreiben den körnigen Inhalt der Zellen speciell alle Beobachter von *Aphanizomenon*, wie z. B. Morren, Allmann und Ralfs. Ich bin geneigt, diese körnige Beschaffenheit des blaugrün gefärbten Inhalts schon für einen pathologischen Zustand zu halten. Wenigstens habe ich diese körnige Beschaffenheit des Inhalts bei meinen Culturen von *Polycystis aëruginosa* an den abgestorbenen Colonien immer sehr schön beobachtet. Doch traf ich häufig auch an in Wasser cultivirtem Nostoc den Inhalt in Form blaugrüner Körner, ohne hier behaupten zu können, dass die *Nostoc*-Colonien abgestorben oder auch nur leidend wären.

Die Fäden des *Aphanizomenon* zeigten weder Heterocysten noch Sporen. Wenn ich sie trotzdem als *Aphanizomenon* bestimme, so ist dafür die vollkommene Uebereinstimmung der Fäden und ihrer Gliederzellen mit den Fäden des *Aphanizomenon flos aquae*, wie ich es mit Sporen und Heterocystenbildung 1871 im Kurischen Haff beobachtet hatte und wie es von allen Autoren beschrieben und abgebildet wird, massgebend. Ch. Morren beschreibt in seiner Arbeit: Recherches physiologiques sur les hydrophytes de la Belgique. I^{er} Mémoire. Histoire d'un nouveau genre des Confervées, nommé Aphanizomène. Brüssel 1838 pg. 8, dass die jungen Fäden einförmig aus gleichen Zellen gebildet sind. Er sagt l. c. „Les filets cenfervoïdes ont plusieurs âges. Jeunes, ils sont formés d'articles qui sont une fois plus longs que larges. A cette époque ils renferment des corpuscules globulinaires ou sphéroïdes très-petits et nombreux, d'un vert glauque. Alors les filets sont uniformes sur toute leur étendue; la cellule terminale est quelquefois entièrement incolore.“ Diese farblose Endzelle ist keineswegs ein Heterocyst, wie die dazu citirte Fig. 6 zeigt und auch die als ältere Fäden gezeichneten Fig. 7 und Fig. 8 zeigen keine Spur von Heterocysten. Diese treten nach Morren, der sie auch beobachtet hat und wohl unterscheidet, wie es scheint, erst später auf. Nachdem er die mit dem Alter der Fäden eintretende Verlängerung der Glieder; deren dann leicht erfolgende Trennung von einander und deren Inhaltsveränderungen beschrieben hat, sagte er: Il arrive enfin, qu'on aperçoit sur les filets de l'aphanizomène des articles tout-à-fait différents des autres; ce sont les cellules ovoïdes, ayant un tiers de plus en longueur, que les cellules ordinaires, et un diamètre transversal plus grand. A chaque pôle il y a un corpuscule coloré, globulinaire. Dans cet état, les cellules ordinaires ont encore chacune un grand nombre de globulines intérieures.

Une seule lamelle semi-lunaire ou fusiforme (Bündel von Fäden) peut présenter (et ce cas est le plus commun) toutes ces différentes conditions d'organisation dans les filets."

An den von mir untersuchten zahlreichen Fadenbündeln aus dem Eise fehlten die Heterocysten gänzlich. Nie konnte ich solche trotz des eifrigsten Suchens danach auffinden, und ebenso fehlte auch jede Sporenbildung. Ich vermuthe, dass das Fehlen der Heterocysten in der Jugend der Fadenbündel begründet sei, wofür auch die relative Kurzgliedrigkeit der Fäden (Glied 1—2mal so lang als breit) spricht.

Dass in der That bei *Aphanizomenon* die Heterocysten oft fehlen oder sehr selten sind, beweist die Beschreibung von *Aphanizomenon*, die der so genaue Beobachter J. Ralfs giebt in seinem schönen Aufsatze „On the Nostochineae" in The Annals and Magazine of natural History. Second Series Vol. V. 1850 pg. 321—343. Er sagt dort pg. 339 in der Gattungsbeschreibung von *Aphanizomenon:* „vesicular cells none" und fügt pg. 340 express hinzu: „It differs from all the other genera in the Nostochineae by the absence of vesicular cells and by its obsoletely articulated filament." Und doch hat er von den drei von ihm unterschiedenen Arten wenigstens die eine, sein *Aphanizomenon cyaneum* (= *Limnochlode flos aquae β hercynica Kg.*) lebend in Sporenbildung beobachtet. Von den anderen Gattungen beschreibt er dagegen die Heterocysten und bildet sie gut ab.

Das Auftreten dieser Wasserblüthe bei Berlin überraschte mich sehr. So oft ich bisher bei Berlin Wasserblüthen beobachtete, waren sie stets nur von *Polycystis* (*Pol. aëruginosa*, *Clathrocystis aëruginosa* und *Polyc. prasina*) und *Anabaena flos aquae* gebildet und ebenso hatte der eifrige Algensammler Herr P. Hennigs, auch nur diese Wasserblüthen in den Gewässern der Umgegend Berlins beobachtet. So wurde in den Seen des Grunewalds eine aus *Clathrocystis* und *Anabaena* gemengte Wasserblüthe vom Juni bis November beobachtet. Ebenso in der Spree von Stralau bis zum Eierhäuschen[1]), ebenso in Weissensee und in der Panke. Im Müggelsee trat im August 1879 eine ausschliesslich aus *Polycystis aëruginosa* gebildete Wasserblüthe auf, ebenso im Wilmersdorfer See u. s. w. Nie wurde *Aphanizomenon flos aquae* als Wasserblüthe angetroffen. Um so auffallender war ihr Auftreten im Reinickendorfer See.

Vergleicht man die Orte, wo diese Wasserblüthe beobachtet wurde, so sind es oft kalte Gewässer. So beobochtete sie z. B. Allman (Quarterly Journal of microscopical Science Vol. III. London 1855.

---

1) Nachträgl. Anm. Erst in einer von der Südwestecke des Rummelsburger Sees am 20. August 1882 von Herrn Hennings aufgenommenen Wasserblüthe, die zum bei weitem grössten Theile aus *Polycystis* bestand, fand ich wenige Bündel von *Aphanizomenon flos aquae* ebenfalls ohne Heterocysten. Auch Ehrenberg erwähnt (in Poggend. Annal. XVIII, 1830), dass er die von ihm *Trichodesmium flos aquae* genannte Alge das ganze Wasser erfüllend und grünlich färbend öfter bei Leipzig und Berlin beobachtet habe.

pg. 22) in dem zweiten Teiche des zoologischen Gartens von Dublin. Fr. Ad. Römer (Die Algen Deutschlands mit 11 Tafeln, Hannover 1845 pg. 47) beobachtete sie häufig auf Teichen bei Clausthal und bemerkt dazu, dass sie bis zum Eintritt der Nachtfröste bleibt. Ich selbst traf sie im Juli 1871 reichlich an in der Ostsee vor Sandhammern, im Kurischen Haff und im Frischen Haff, in welchen beiden letzteren sie zugleich mit *Anabaena* weithin das Wasser trübte, während hingegen im Schlossteiche in Königsberg i. Pr. die alljährlich dort auftretende Wasserblüthe aus reiner *Polycystis aëruginosa* gebildet sich zeigte (S. Die Expedition zur physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchung der Ostsee im Sommer 1871 auf S. M. Avisodampfer Pommerania. Bericht an das kgl. preuss. Ministerium für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten p. 81). Im letzteren Falle zeigte es sich recht deutlich, dass *Aphanizomenon* oder *Limnochlode* (wie ich sie dort nannte) nur in dem kälteren Wasser der Ostsee und der Haffe auftrat.

Ich glaube daher, dass das massenhafte Auftreten des *Aphanizomenon* im Reinickendorfer See von der kalten Jahreszeit dieses relativ so milden Winters sehr begünstigt war.

Merkwürdig ist, dass ein ein paar Fuss höher gelegener See des Herrn Mudrack, der einen Abfluss nach dem Reinickendorfer See hat, gänzlich frei von *Aphanizomenon* geblieben ist und das klarste Eis lieferte. Herr Mudrack, behauptet, dass seit der Reihe von Jahren, dass er und sein Vater die Eisnutzung des Reinickendorfer Sees gemiethet haben, noch nie sich grünes Eis gebildet hätte, d. h. diese Alge im Eise aufgetreten wäre. Er schiebt ihr Auftreten darauf, dass der Fischpächter den Abfluss des Reinickendorfer Sees nach dem Tegeler See durch eine Holzwand versperrt hatte, um das Auswandern der Fische in den Tegeler See zu hindern. Er meint, dass, wenn das Wasser des Reinickendorfer Sees ungehinderten Abfluss gehabt hatte, die Alge auch mit abgeflossen wäre. Auch behauptet er, dass nachdem die Holzwand niedergerissen worden sei, das Wasser des Reinickendorfer Sees um 8 Fuss gesunken, und die Alge in erheblich geringerer Menge nun nur zurückgeblieben sei. Ob das Auftreten dieser Wasserblüthe wirklich mit dem gehinderten Wasserabflusse zusammenhängt, vermag ich noch nicht zu beurtheilen.

Die Bündel des *Aphanizomenon* waren in den oberen fünf Centimetern des Eises senkrecht zu dessen Oberfläche gestellt. Es möchte das von den im gefrierenden Wasser senkrecht aufsteigenden Luftblasen von denen sich das Eis dicht durchsetzt zeigte, herrühren. In den Culturen lösten sich die Bündel bald in ihre einzelnen Elemente auf und bildeten eine verworrene Fadenmenge, deren einzelne Fäden mit ihrer Längsachse der Oberfläche des Wassers parallel lagen und auf derselben schwammen.

16. E. Pfitzer: Zur Morphologie und Anatomie der Monokotylen-ähnlichen Eryngien.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 22. März 1883.

Im Heidelberger botanischen Institut hat Herr Martin Möbius im vergangenen Wintersemester einige im Habitus den Monokotylen gleichende, von Herrn Dr. Urban gütigst bestimmte, Arten von *Eryngium* (*E. aquaticum* L., [*E. yuccifolium* Mchx.], *E. Decaisneanum* Urb., *E. paniculatum* Cav., *E. Lassauxii* Dec.) näher untersucht und folgende Ergebnisse erhalten.

Die genannten Pflanzen stimmen auch im Gesammtaufbau des jungen Stamms mit den typischen Monokotylen insofern überein, als ihre Hauptwurzel früh abstirbt, während der aus schmaler Basis nach oben kegelförmig sich verbreiternde Stamm durch zuerst schwache, dann mit fortschreitender Entwicklung immer stärkere, schräg abwärts gerichtete Adventivwurzeln in seiner aufrechten Lage erhalten wird. Nennenswerthe Verdickung durch Cambialthätigkeit zeigen diese Wurzeln nicht.

Die Blätter lassen sich nicht als blosse Blattscheiden auffassen, deren Lamina nicht entwickelt ist, vielmehr sind sie deutlich in Scheide und Spreite differenzirt, welche ausser im anatomischen Bau sich auch dadurch unterscheiden, dass der ersteren die randständigen Stachelzähne der Blattspreite fehlen. Diese letzteren, welche einzeln oder zu zweien und dreien am Spreitenrande auftreten und stets Gefässbündel in sich aufnehmen, sind nach ihrem ganzen anatomischen Bau als rudimentäre Fiederlappen der Spreite zu betrachten.

Die Blätter sind nicht nur parallelrippig, sondern es entsprechen auch, wie bei so vielen Monokotyledonen, den Rippen längs verlaufende senkrechte Gewebeplatten, welche durch schizogene Gewebelücken von einander getrennt werden. Kurze Querplatten, durch welche die längs verlaufenden Gefässbündel mit einander anastomosiren, durchsetzen in kurzen Zwischenräumen diese Lücken, wie dies ja auch bei monokotylen Blättern gewöhnlich geschieht. Im einfachsten Falle (*E. aquaticum*) ist in jeder longitudinalen Gewebeplatte nur ein normal orientirtes Gefässbündel vorhanden; meistens finden wir aber ein stärkeres unteres und ein erheblich später entstehendes schwächeres oberes Bündel, welches letztere auffallender Weise den Basttheil nach oben, den Holztheil nach unten kehrt, so dass die Xyleme beider Bündel einander zugewandt sind. Bei besonders kräftigen Blättern von *E. Decaisneanum* und *E. Lassauxii* tritt zwischen den beiden Bündeln noch ein viel kleineres drittes in schiefer Lage auf, an dessen Stelle bei schwächeren Blättern bisweilen ein kleiner Skerenchymstrang erscheint.

Das Grundgewebe des Blattes besteht zum grössten Theil aus farblosem Parenchym — chlorophyllhaltiges Gewebe ist nur nahe der Oberfläche vorhanden. Dasselbe wird durch kräftige längs verlaufende Sklerenchymstränge in schmalere oder breitere Streifen gesondert. Diese Stränge kommen bald nur oberhalb und unterhalb der Gefässbündel vor, von welchen sie stets durch farbloses Parenchym getrennt bleiben, oder sie finden sich auch zahlreich in dem chlorophyllhaltigen Gewebe vor, welches die lufterfüllten Lücken überspannt. Bei *E. paniculatum* zeigt die Blattoberseite das erstere, die Unterseite das letztere Verhalten.

Die breiten Blattflächen zeigen entsprechend der schräg aufrechten Stellung der Blätter im Bau und in der Menge des grünen Assimilationsgewebes keine erheblichen Verschiedenheiten. Wohl aber sind solche vorhanden in der Vertheilung des einschichtigen, ziemlich stark verdickten Hypodermas, welches nur bei *E. paniculatum* auf beiden Blattseiten, sonst nur auf der unteren Fläche vorkommt.

Im Grundgewebe der Blätter verlaufen zahlreiche Intercellulargänge, welche eine gummiartige Flüssigkeit mit vielen eingelagerten Oeltropfen enthalten. Solche Oelgänge sind namentlich stets in der Mitte des Zwischenraums zweier vertical über einander liegender Gefässbündel oder Sklerenchymstränge vorhanden, so dass in den längs gerichteten Gewebeplatten zwei bis vier Oelgänge vorkommen. Bei *E. aquaticum* und *paniculatum* sind dieselben auf diese Platten beschränkt — sonst finden wir sie auch in einfacher Reihe zwischen den übrigen Sklerenchymsträngen und den lufterfüllten Lücken.

Die Oberhautzellen liegen in deutlichen Längsreihen: Spaltöffnungen mit stets längs gerichteter Spalte fehlen nur über den Sklerenchymsträngen, nicht über dem Hypoderma, welches von den Athemhöhlen durchbrochen wird. Die Spaltöffnungen haben je zwei längs gerichtete Nebenzellen, welche durch nach innen concave Längswände von der Mutterzelle der Spaltöffnung abgeschnitten werden.

Die Blattzähne wiederholen im Kleinen vollständig den anatomischen Bau der Blattspreite.

Was die Blattscheide anbetrifft, so enthält dieselbe bei den einander dicht umschliessenden Blättern der grundständigen grossen Rosette kein Chlorophyll, bei den an der Blüthenstandsaxe befindlichen weit entfernten Hochblättern ist, soweit dies untersucht werden konnte, solches nur an der Scheidenunterseite vorhanden. Das Hypoderma der Blattscheide ist vielfach stärker entwickelt, als in der Spreite und von mehr collenchymatischer Beschaffenheit, dagegen fehlen die Sklerenchymbündel bei den eigentlichen Laubblattscheiden ganz, bei denen der Hochblätter sind sie nur auf der Unterseite und schwächer ausgebildet. Es erklärt sich dieses Ausbleiben besonders fester Stränge an den Laubblattscheiden wohl dadurch, dass dieselben sich gegenseitig eng umschliessen und aufrecht erhalten, so dass die Scheiden einzeln keine besondere Biegungsfestigkeit zu besitzen brauchen. In der Vertheilung der Gefässbündel und Oelgänge stimmen Spreite und Scheide ziemlich überein, jedoch besitzt die letztere bei *E. paniculatum* in jeder senkrechten Gewebeplatte nur ein normal orientirtes Gefässbündel, welchem sich erst weiter aufwärts in einer Queranastomose ein zweites anschliesst. Bei *E. Decaisneanum* und *E. Lassauxii* kommen in der Blattscheide zwischen normalen ganz durchgehenden Längsgewebeplatten auch halbe Platten vor, welche von der Unterseite her nur bis zur Blattmitte vordringen und ein Gefässbündel enthalten. Die Fortsetzung der Platte nach oben ist bei der Bildung der Gewebelücken mit zerstört worden. In der Spreite finden sich hier ähnliche Halbplatten, welche aber der Blattoberseite sich anfügen. Die Halbplatten beginnen und enden in einem der querverlaufenden Diaphragmen.

Während somit der morphologische Aufbau und die Blattanatomie weit mehr mit dem monokotylen Typus übereinstimmt, als mit dem dikotylen, gelangt der letztere im Stamm fast rein zum Ausdruck. Alle Gefässbündel sind Blattspurstränge; sie verlaufen in einem ziemlich regelmässigen Cylindermantel, welcher das umfangreiche Mark von der breiten Rinde trennt, die beide von vielen unregelmässig anastomosirenden Oelgängen durchzogen werden. Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit erinnert jedoch wieder an die Monokotylen, nämlich dass manche Bündel über den Bündelring hinaus nach innen ins Mark einbiegen und dann, sich wieder auswärts wendend, weiter abwärts in den Ring eintreten. In Folge dessen erscheinen auch im Stammquerschnitt einzelne markständige Bündel in geringem Abstand von dem Ring.

In diesem letzteren sind die Bündel theils zu mehreren durch ein nur kurze Zeit thätiges Cambium verbunden, theils werden sie durch Parenchymstreifen mit stark lufthaltigen Intercellularen von einander getrennt. Verdickte Holz- und Bastfaserzellen fehlen ganz.

Während also die anatomische Beschaffenheit des kegelförmigen zuerst gebildeten Stammstücks und der sich ebenso verhaltenden später entstehenden dicken kriechenden Rhizome eine sehr wenig feste ist, erhält die bis *2 m* Höhe erreichende aufrechte Hauptaxe der Inflorescenz grosse Biegungsfestigkeit. Sie ist zwar in der Mitte der Internodien stets hohl, dafür entsprechen aber bei *E. aquaticum* ihren Kanten starke Sklerenchymstränge, ein sklerotisches Hypoderma liegt ausserdem ringsum unterhalb der Oberhaut; zwischen den Sklerenchymbündeln ist chloryphyllführendes Assimilationsgewebe eingeschaltet. Der Gefässbündelring ist stark und regelmässig eingebuchtet; vor jeder Bucht nach aussen liegt ein Luftgang. Fast alle Bündel sind durch Interfascicularcambium verbunden; nur die an den Spitzen des Sterns liegenden haben ein eigenes Cambium, welches mit dem der übrigen nicht zusammenhängt. Alle Bündel vereinigt nach innen eine dichte Masse sklerotischer Faserzellen, die theils aus dem Cambium, theils aus dem Grundgewebe hervorgehen. Die jedes Bündel nach aussen begrenzenden starken Faserzellgruppen sind theils isolirt, theils zusammenhängend.

Der durchweg, auch in den Knoten hohle Blüthenschaft von *E. Lassauxii* hat einen ziemlich analogen Bau. Die mechanisch verstärkenden Gruppen unter der Oberhaut sind mehr collenchymatisch, ausserdem werden die in ziemlich grossen Abständen liegenden Gefässbündel nirgends durch interfasciculares Cambium verbunden, nur sklerenchymatisches Grundgewebe schliesst sie zu einem festen stark buchtigen Ring zusammen. Wenige einzelne Bündel liegen frei im Mark. In den Ausbuchtungen des Ringes erscheinen dann im Querschnitt theils einzelne Bündel in normaler Stellung, theils Gruppen von 2 bis 7 Bündeln, welche eine kleine Menge Parenchym wie ein Mark umschliessen und durch einen sklerotischen Ring verbunden sind. Sie wenden sämmtlich ihre Holztheile nach dem Mittelpunkt des Rings, beziehungsweise des umschlossenen falschen Markes.

Noch stärker sind diese an die rindenständigen Holzkörper mancher kletternder *Sapindaceen* erinnernden Gebilde bei *E. paniculatum* entwickelt. Die sich der Epidermis anschliessenden Zelllagen sind hier nur mässig collenchymatisch verdickt, besondere sklerotische Stränge fehlen. Dafür ist die ganze luftganglose Rinde von zahlreichen einzelnen oder zu mehreren in der angegebenen Weise ringförmig vereinigten Bündeln durchzogen, deren jedes namentlich nach innen eine starke halbmondförmige Gruppe mechanisch wirksamer Zellen besitzt. Je nach dem Abstand der Bündel sind diese Fasergruppen sowohl in dem tiefbuchtigen Gefässbündelring, als bei den rindenständigen Bündeln theils in unmittelbarem Zusammenhang, theils werden sie durch schmale Streifen ziemlich dünnwandigen Parenchyms getrennt.

Die rindenständigen Bündel sind übrigens auch hier Blattspurstränge, welche nur zur Vergrösserung der Biegungsfestigkeit längere Zeit nahe der Aussenfläche des Schaftes sich hinziehen, schliesslich aber in den Bündelring eintreten.

Die Adventivwurzeln zeigen unter einer breiten, in älteren Stadien von zahlreichen radial gestreckten Luftgängen durchzogenen Rinde und innerhalb einer deutlichen Schutzscheide ein je nach Stärke der Wurzel mit 2 bis 9 Gefäss- und Weichbastgruppen versehenes Gefässbündel mit umfangreichem perenchymatischem Centralgewebe. An alten Wurzeln werden die Gefässgruppen durch schwache Cambialthätigkeit zu einem festen Ringe verbunden, welcher ausser sklerenchymatischen Zellen auch nachträglich gebildete weitere Gefässe enthält. Ausserhalb jeder ursprünglichen Gefässgruppe entsteht aus den Pericambium ein intercellularer Oelgang; dem entsprechend werden die Nebenwurzeln seitlich von den Gefässplatten der Wurzel gebildet — sie entstehen lediglich aus dem Pericambium, werden aber längere Zeit von der mitwachsenden Schutzscheide umschlossen. Im Vegetationspunkt der Wurzeln kann ein centraler Pleromkörper, ein gemeinsames Meristem für Epidermis und Rinde, sowie ein besonderes Calyptrogen unterschieden werden.

Die Untersuchung reifer Keimlinge von *E. aquaticum* ergab das Vorhandensein zweier Kotyledonen.

17. A. Tschirch: Untersuchungen über das Chlorophyll.

(III.)

Eingegangen am 23. März 1883.

Es ist ein wesentliches Verdienst Pringsheim's auf die feineren Strukturverhältnisse der Chlorophyllkörner aufmerksam gemacht zu haben. Denn, wennschon Briosi[1]) einige Zeit früher bei den Chlorophyllkörnern verschiedener höherer Pflanzen, denen normal die Stärke im Chlorophyllkorn fehlt, die Struktur des Gerüstes beschrieben und gezeigt hatte, dass wir in den Chlorophyllkörnern dieser Pflanzen keine homogenen plasmatischen Gebilde, sondern sehr zart gebaute Schwammkörper vor uns haben, so war es doch Pringsheim, der das allgemeine Vorkommen der Schwammstruktur bei allen Chlorophyllkörpern hervorhob und seine Bedeutung für die Gaskondensationen in der Pflanze betonte[2]). Bei meinen Studien über die Hypochlorinreaction[1]) konnte ich mich auf das bestimmteste von der Richtigkeit der Beobachtungen Pringsheim's überzeugen, namentlich auch davon, dass eine ölartige Masse (das Lipochlor Pringsheim's) das Plasmagerüst durchtränkt. Es liegen, wie mir scheint, durchaus keine Gründe, weder optische noch chemische, vor, wie A. Meyer[2]) will, anzunehmen, dass in das Plasmagerüst Körnchen eingelagert seien, die sich erst nach Zusatz der Reagentien verflüssigten. Das Rohchlorophyll (im Sinne Wiesner's[3])) durchtränkt, in Oel gelöst, das völlig farblose Plasmagerüst, dessen Schwammstruktur sich nicht nur auf die oberflächlichen Schichten zu beschränken scheint, sondern die sich durch das ganze Korn, mit Ausnahme der äussersten Schicht, die ich als Hyaloplasmahaut des Kornes beschrieben habe[4]), erstreckt. Diese Hyaloplasmahaut umgiebt als homogene Masse das ganze Korn, und dient demselben als Schutz gegen die Einwirkung schädlicher, in Plasma oder Zellsaft gelöster Agentien, die bei der hohen Empfindlichkeit des Chlorophylls sonst störende Zersetzungen mit Sicherheit hervorbringen würden. Dass wir es in der That mit einem Oele und zwar mit einem solchen, dessen Dispersionsvermögen ein sehr erhebliches sein muss, zu thun haben, geht aus der spektroskopischen Prüfung ganzer Blätter wie einzelner Chlorophyllkörner mit Sicherheit hervor. Bekanntlich zeigt das Spektrum dieser eine nicht unerhebliche Verschiebung aller Streifen gegen Roth. Wie Kunth[5]) gezeigt hat, ist aber die Lage der Streifen auch vom Dispersionsvermögen des Lösungsmittels abhängig und zwar rücken alle Streifen um so weiter gegen Roth je grösser das Dispersionsvermögen des Lösungsmittels ist. Die Lage der Streifen ist beim Chlorophyll lebender Blätter etwa die gleiche wie die, welche man bei Lösungen von Chlorophyll in ätherischen Oelen beobachtet.[6])

---

[1]) Botan. Zeit. 1873. p. 545. Auch Rosanoff (Hofmeister, die Lehre von der Pflanzenzelle p. 369) sah ähnliches bei den Chlorophyllkörnern von *Bryopsis*.

[2]) Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunction in der Pflanze. Jahrb. f. wiss. Botan. XII p. 294 und 313. Taf. XIV u. XV. —

Ich habe diese Struktur auch an den grünen scheibenförmigen, noch nicht zu Chlorophyllkörnern gewordenen Plasmawolken in den äusseren Zellschichten ergrünender Kartoffeln und den grünen die Stärkekörner umgebenden Plasmahüllen bei den nämlichen Objekten beobachtet. Dass auch das Plasma selbst keine homogene Substanz, sondern ein sehr fein organisirtes Gebilde ist, ist durch die neueren Untersuchungen, besonders von Strasburger, (Zellbildung und Zelltheilung — Studien über das Protoplasma, Jena 1876). Cohn, (Beiträge zur Biologie der Pflanzen.

Bd. II, p. 101 u. flgd.) Schmitz, (Sitzungsberichte der niederrhein. Ges. Juli 1880.) Tangl, (Das Protoplasma der Erbse. I. u. II. Abhandlung in Sitzungsberichte der kais. Acad. der Wissensch. in Wien 1877 und 1878.) Frommann, (Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzelle, Jena 1880) und andere sicher festgestellt. Dass diese Struktur für die Gaskondensation auch hier von grösster Wichtigkeit ist, leuchtet von vornherein ein — sie erhält durch die von Reinke neuerdings erörterte Activirung des Sauerstoffs (botan. Zeit. 1883, No. 5 und 6) erneute Bedeutung. Man denkt dabei unwillkürlich an Platinschwamm und die Art wie dieser auf Gase zu wirken pflegt.

1) Untersuchungen über das Chlorophyll (I); das Hypochlorin. Sitzungsber. d. botan. Ver. d. Prov. Brandenburg XXIV, April 1882. — (II.) Beiträge zur Hypochlorinfrage. Abhandlungen des botanischen Vereins d. Prov. Brandenburg XXIV, 1882, p. 124.

2) Botan. Centralblatt. 1882, No. 48, p. 3 des Separatabdruckes.

3) Flora 1874, p. 280.

4) Sitzungsber. d botan. Ver. d. Prov. Brand. April 1882.

5) Poggendorff's Annalen 1874. Jubelband p. 615.

6) Das wir es im Chlorophyllkorn mit einem Oele aus der Classe der ätherischen zu thun haben, geht schon aus der Leichtlöslichkeit desselben in kaltem Alkohol hervor. Briosi meint es sei fettes Oel.

Die Hyaloplasmahaut nun schützt das Chlorophyllkorn sowohl gegen die Einwirkung der Pflanzensäuren des Zellsaftes, als gegen die Alkalien des Plasmas. Ebenso wie wir im Zellsaft fast stets eine saure, so nehmen wir im Plasma bekanntlich mit derselben Regelmässigkeit eine alkalische Reaktion wahr. Dass die Einwirkung beider vom Chlorophyllkorn fern gehalten wird, geht mit Sicherheit aus dem vergleichend spektralanalytischen Studium von lebenden Blättern und Lösungen, die theils unzersetzt, theils durch Säuren und Alkalien verändert waren, hervor. Die Einwirkung jedes dieser Reagentien manifestirt sich im Spectrum so charakteristisch, dass man wohl nicht fehlschliessen dürfte, wenn man die Behauptung aufstellt, dass die Reaktion im Chlorophyllkorn im Allgemeinen eine neutrale sein muss.

Durch Pringsheim's Chlorophyllhypothese, sowie durch die neueren Arbeiten Engelmann's, welche die Coincidenz von Absorption und Assimilation so glänzend darthun, gewann die chemische Beschaffenheit des Chlorophyllfarbstoffes für den Physiologen eine nur sekundäre Bedeutung — besass gewissermassen rein chemisches, nicht physiologisches Interesse —, während die eigenartigen physikalischen Eigenschaften dieses Körpers, die seit Brewster's glänzender grundlegender Arbeit[1]) von den Physikern längst eingehend studirt waren, wieder mehr in den Vordergrund traten. Die Erwägung jedoch, dass der Chlorophyllfarbstoff, wenn bei der Assimilation nur seine absorbirenden Eigenschaften zur Geltung kämen, füglich am geeignetesten in Form eines Mantels das Chlorophyllkorn umgeben müsse — derselbe aber vielmehr das Balkengerüst der Körner durchtränkt und so der zu assimilirenden Kohlensäure die grösstmöglichste Oberfläche darbietet — ein Umstand, der doch offenbar auch auf eine chemische Rolle des Chlorophyllfarbstoffes deutet — bewogen mich die chemische Bearbeitung des Chlorophylls, diesmal mit dem Spektralokular in der Hand, wieder aufzunehmen.

Nun giebt es freilich kein Gebiet der physiologischen Chemie auf dem eine grössere Anzahl von Forschern thätig gewesen wäre, allein trotz der grossen Menge von Arbeiten ist eine klare, einheitliche Vorstellung von dem Chlorophyll selbst, sowie von seinen Zersetzungsprodukten nicht gewonnen worden. Ich habe nun an der Hand eigener Experimentaluntersuchungen eine kritische Sichtung der Chlorophyllliteratur[2]) versucht. Leider ist das Resultat nicht sehr erfreulich. Den reinen unzersetzten Chlorophyllfarbstoff hat bislang Niemand in Händen gehabt.

---

[1]) On the colours of natural bodies. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. 1834. XII. p. 538.

Diese Arbeit enthält den Keim zu allen späteren, von denen besonders die Untersuchungen von Hagenbach, Gregor Kraus und Pringsheim hervorzuheben sind.

[2]) Eine solche kritische Sichtung hat vor einiger Zeit schon R. Sachsse, die Chemie und Physiologie der Farbstoffe, Kohlehydrate und Proteinsubstanzen, Leipzig

Ich hoffe jedoch einen Weg angeben zu können, auf dem man zum Ziele kommen dürfte.

Zu den folgenden Untersuchungen bemerke ich noch, dass dieselben im verdunkelten Laboratorium meist bei einer Beleuchtung von 2 Argandbrennern[1]) angestellt wurden. Uebrigens ist das Chlorophyll wenn man es nur erst von den begleitenden Stoffen, die aus der Pflanze in die Lösung übergehen, befreit hat, relativ lichtbeständig, verträgt wenigstens diffuse Beleuchtung lange Zeit ohne Zersetzungen zu erleiden.

In zwei kleinen Mittheilungen, die ich im Laufe des vorigen Jahres publizirte[2]) habe ich den Nachweis zu führen gesucht, dass das Hypochlorin Pringsheim's[3]) identisch sei mit dem Chlorophyllan Hoppe-Seylers.[4]) Die Untersuchungen, deren Resultate mittlerweile von A. Meyer[5]), der sich unabhängig von mir zu gleicher Zeit mit der gleichen Frage beschäftigte, bestätigt worden sind, liessen freilich noch die Frage offen, ob nicht dem α-Hypochlorin, wie ich den gefärbten Körper zum Unterschiede von seiner (hypothetischen) Grundlage nannte, wie Pringsheim will, eine farblose Substanz zu Grunde liege. Ich sprach mich damals dahin aus, dass es sehr wahrscheinlich sei, dass man es beim Chlorophyllan mit einem chemischen Individuum und nicht mit einem Gemenge zu thun habe und führte eine ganze Reihe von Argumenten dafür an[6]), die diese Ansicht zu stützen geeignet waren. Neuere Untersuchungen über den gleichen Gegenstand lassen mir keinen Zweifel darüber, dass das Chlorophyllan ein chemisches Individuum ist.

Ich werde daher im folgenden die Worte Hypochlorin und Chlorophyllan als identisch mit einander gebrauchen, und dies, wie ich glaube, mit um so grösserem Rechte, als mir auch die von Pringsheim angeführten mikrochemischen Gründe nicht stichhaltig zu sein scheinen.

Das Chlorophyllan, von Hoppe-Seyler eingehend untersucht, ist als ein durch Säurewirkung auf den Chlorophyllfarbstoff ent-

---

1877 vorgenommen — die folgende Auseinandersetzung wird ergeben, wo wir übereinstimmen und wo ich andere Ansichten vertrete. Auch in G. Kraus, (Zur Kenntn. d. Chlorophyllfarbst. u. ihrer Verwandten, Stuttgart 1872) findet sich die Literatur, besonders die physikalische, eingehend berücksichtigt.

1) Ein Argandbrenner mit 32 Oeffnungen ist = 15 Normalkerzen (von 75 *g* Gewicht und 78 *g* Materialverbrauch pro Stunde). Doch waren die Flammen meistens stark herabgedreht.

2) Untersuch. über das Chlorophyll (I. und II.).

3) Ueber das Hypochlorin und die Bedingungen seiner Entstehung in d. Pflanze. Monatsber. d. Acad. d. Wissensch. in Berlin. November 1879.

4) Zeitschr. f. physiol. Chemie 3, p 346.

5) Botan. Zeit. 1882, p. 533.

6) a. a. O. p. 133.

standenes Oxydationsprodukt aufzufassen, denn, wennschon es Hoppe-Seyler ohne jeden Zusatz einer Säure enthielt, so sind doch im Zellsaft der Pflanzen selbst zur Bildung des Chlorophyllans völlig ausreichende Mengen von Pflanzensäuren gelöst enthalten, und steht, wie ich durch Titration der Säuren feststellte, die Ausbeute an Chlorophyllan, sowie die Schnelligkeit mit der der Chlorophyllfarbstoff umgewandelt wird, im direkten Verhältnisse zu dem Gehalte des Zellsaftes an Pflanzensäuren. Hieraus erklärt sich die verschieden hohe Ausbeute an Chlorophyllan, die Hoppe-Seyler aus verschiedenen Pflanzen erhielt. Der Moment, wo die ausgiebigste Chlorophyllanbildung eintritt, ist übrigens der, wo der Rückstand der eingedampften alcoholischen Tinctur mit Wasser gewaschen wird, hier wirken die Pflanzensäuren in conc. Lösung auf den Farbstoff ein. Dass alle Säuren, sowohl die Mineralsäuren (HCl, $H^2 SO^4$), als die organischen (Pikrinsäure) und die Pflanzensäuren (Weinsäure) die Hypochlorinbildung hervorrufen, ist bereits von Pringsheim (a. a. O.) und Frank[1]) angegeben worden. Ich kann hinzufügen, dass auch Kohlensäure ausreicht, sowohl in den Pflanzen selbst (Elodea) die charakteristischen Hypochlorinbildungen, als auch in den Lösungen die Anzeichen der Chlorophyllanbildung hervorzurufen — allerdings erst nach längerer Einwirkung. In schwach alkalischen Lösungen unterbleibt die Hypochlorinbildung absolut.

Zur Darstellung des Chlorophyllans (Hypochlorins) kann man entweder den von Hoppe-Seyler eingeschlagenen Weg — Eindunsten der aus (mit Aether gewaschenen) Grasblättern gewonnenen alkoholischen Chlorophylltinktur, behandeln des Rückstandes mit Wasser, auflösen in Aether und kristallisirenlassen, benutzen, oder die von mir befolgte Methode einschlagen, die mit Aether gewaschenen Blätter mit verdünnter Salzsäure behandeln, waschen, mit siedendem Alkohol ausziehen und den erkalteten, filtrirten Auszug auf sein halbes Volumen einengen, wobei sich beim Erkalten reichlich Hypochlorin abscheidet oder schliesslich, die von A. Meyer aufgefundene sehr grosse Löslichkeit der Chlorophyllans in heissem Eisessig benutzend, die Blätter direkt mit diesem behandeln, filtriren, eindunsten, mit Alkohol aufnehmen, und kristallisiren lassen.

Man kann die Blätter übrigens vor dem Ausziehen längere Zeit kochen, ohne dass sich die Menge des Hypochlorins verringert. Ich habe mich durch eine grosse Anzahl von Versuchen überzeugt, dass die dem Hypochlorin von Pringsheim zugeschriebene Flüchtigkeit mit Wasserdämpfen [2]) demselben nicht zukommt. Dass in gekochten Pflanzentheilen die Hypochlorin-Reaktion nicht in derselben Weise eintritt wie in ungekochten, liegt in der Zerstörung des Plasmagerüstes und einer

---

1) Sitzungsber. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenb. Febr. 1882.

2) a. a. O. p. 309.

Desorganisation der Chlorophyllkörner überhaupt. Wenn man unter geeigneten Bedingungen arbeitet (z. B. Alkohol zusetzt), so tritt die Reaktion übrigens trotzdem stets ein, nur in etwas anderer Form.

Alle oben angegebenen Methoden geben reichlich Chlorophyllan. Dasselbe besitzt in den ersten Cristallisationen, die noch durch andere Stoffe verunreinigt sind, die von Pringsheim beschriebenen eigenartigen peitschenartigen Formen oder bildet Tropfen mit Cristallaggregaten oder korkzieherartige Fäden. Lässt man die Lösungen langsam erkalten, so erhält man die mannichfachsten Formen. Birnförmige Körper, sehr lange vielfach wie Pilzhyphen durcheinander und umeinander gewickelte Fäden, wellig gebogene Nadeln, flache Tafeln oder knochenförmige Bildungen wechseln mit einander, doch zeigt eine Kristallisation meist nur eine der genannten Formen. Erst beim Umkristallisiren treten dann die Nadelbüschel oder sphärischen Aggregate um einen Punkt gestellter Nadeln auf. Aus sehr lange an einem ruhigen Orte ganz langsam der Verdunstung überlassener Graschlorophylllösung habe ich nach einigen Monaten grosse schöne Aggregate von rechtwinkligen Tafeln erhalten, die dem quadratischen Systeme anzugehören schienen. Diese sowohl wie die Rohhypochlorinkristallisationen besitzen im durchfallenden Lichte einen olivengrünen bis braungrünen Farbenton, im auffallenden Lichte sind sie sammetschwarz.

In Folge ihrer tiefen Färbung zeigen sie bei gewöhnlichem Tageslicht keine Polarisationserscheinungen, wohl aber im direkten Sonnenlicht ein herrliches Farbenspiel.

Sie lösen sich in kaltem 96 procentigen Alkohol langsam, leichter in heissem, sehr leicht in Aether und Benzin. Die stark fluorescirende Lösung giebt ein sehr charakteristisches Spektrum.[1]) Bei mittlerer Schichtendicke liegen die Bänder:

Band I zwischen $\lambda = 67$[2]) und 64, sehr dunkel.
„ II „ $\lambda = 59$ „ 61, gegen D auffallend matter.
„ III „ $\lambda = 56{,}5$ „ 55,5, matt.
„ IVa „ $\lambda = 54$ „ 53 dunkel.
„ IVb „ $\lambda = 51{,}3$ „ 44,3.
„ V (continuirliche Endabsorption) von $\lambda = 46$ an bis zum Ende.

Die Scala der Helligkeit der Bänder ist vom dunkelsten beginnend:

---

[1]) Ich benutze zu meinen Untersuchungen ein Browning'sches Spectralocular von Zeiss mit justirbarer, für die verschiedenen Sehweiten einstellbarer, Angström'scher Scala, die die Wellenlängen direkt abzulesen gestattet Die D-linie ward stets auf $\lambda = 58{,}85$ eingestellt. Als Lichtquelle diente ein Argandbrenner von oben angegebener Lichtstärke.

[2]) Die Angaben sind in Hunderttausendstel Millimetern gemacht.

I, V, IV, IVb, II, III. Der positive Streifen[1]) liegt zwischen $\lambda = 58$ und 57.

Band IVb ist für die Körper der Chlorophyllangruppe charakteristisch. Es fehlt dem normalen Chlorophyllspectrum. Die Eigenthümlichkeiten des Chlorophyllanspectrums, die dieses von dem normalen Chlorophyllspectrum unterscheiden, sind folgende: Band I ist beim Chlorophyllan etwas schmäler als in normalen Chlorophylllösungen, Band II liegt beim Chlorophyll mehr gegen Roth (etwa von $\lambda = 62$ bis 60), ebenso Band III, Band IVb ist beim Chlorophyllan neu hinzugetreten, die Endabsorption ist continuirlich ohne Bänder, die mittleren Streifen II u. IV sind dunkler und breiter als in Chlorophylllösungen. Diese Umstände bedingen die gelbgrüne Farbe der Chlorophyllanlösungen. Besonders in den Benzinlösungen treten die Streifen scharf hervor. Streifen III, in alkoholischer Lösung kaum sichtbar, wird hier sehr deutlich.

Untersuchungen die ich, um mich über die Art des Fluoreszenzlichtes zu orientiren, nach der von Hagenbach[2]) befolgten Methode anstellte, zeigten, dass auch Chlorophyllanlösungen fast reines Roth emittiren; das Spectrum des Fluorescenzlichtes beschränkt sich auf einen Streifen im Roth der

beim Chlorophyll zwischen $\lambda = 62$ und $\lambda = 68$
„ Chlorophyllan „ $\lambda = 64$ „ $\lambda = 68$ liegt

also bei letzteren schmäler ist. Auch das Absorptionsband I ist ja beim Chlorophyllan schmäler geworden. Auch hier besteht der helle Streifen aus zwei durch eine Region geringerer Helligkeit getrennten Partien, von denen die nach dem brechbareren Ende des Spectrums zu liegende etwas weniger lichtstark ist als die andere. Das Lichtminimum liegt bei Chlorophyllanlösungen um $\lambda = 65$. Dass das Fluoreszenzspektrum auch hier beim Chlorophyllan mit dem Absorptionsspektrum coincidirt, hat Hoppe-Seyler bereits erwiesen.

Die Lösungen des Chlorophyllans sind sehr beständig. Im diffusen Tageslicht können sie sehr lange unverändert aufbewahrt werden. Ein Cylinder, der eine verdünnte alkoholische Lösung enthielt und der wochenlang am Fenster hing, zeigte noch die charakteristischen Streifen. Dieselben verblassen schliesslich immer mehr. Am längsten bleibt Band I erhalten, dasselbe, das noch in ganz verdünnten

---

[1]) Reinke, Beitrag zur Kenntniss des Phylloxanthins. Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. X. p. 404.

Da das lichte Band im Roth (zwischen a. und B.) erst bei dicken Schichten deutlich sichtbar wird und sich sogar noch verbreitert, wenn man die Schicht erhöht, so hat wohl Reinke Recht, wenn er dies Licht für Fluorescenzlicht erklärt.

[2]) Untersuchungen über die optischen Eigenschaften des Blattgrüns. Poggendorf's Annalen Bd. 141. p. 256.

Lösungen sichtbar ist.[1]) Schliesslich wird die Lösung farblos und fluoreszirt nicht mehr.[2])

Dass das Chlorophyllan mit dem Hypochlorin identisch ist, habe ich bereits Eingangs erwähnt, es ist aber auch identisch mit dem von Gautier[3]) beschriebenen kristallisirten Chlorophyll. Ich habe mich davon überzeugt, dass man auf dem von dem genannten Forscher eingeschlagenen Wege niemals unzersetztes Chlorophyll erhält. Abgesehen davon, dass man von Spinat, den Gautier vornehmlich verwendete, überhaupt nie unzersetzte Chlorophylllösungen darstellen kann, ist auch die Methode — Aufnehmen des Chlorophylls durch Thierkohle — besonders geeignet, das Chlorophyll schnell und vollständig in Chlorophyllan überzuführen. Ebenso hatte Rogalski[4]), der sein Chlorophyll wie Gautier darstellte, nur das Chlorophyllan in Händen. Seine Angaben beziehen sich auf dieses, nicht auf Chlorophyll. Eine spektroskopische Prüfung der analysirten Produkte hätte den genannten Forschern sofort gezeigt, dass hier schon erhebliche Veränderungen mit dem Farbstoff vorgegangen waren.

Nicht jedoch war es das Chlorophyllan, sondern wohl die demselben nahestehende Chlorophyllansäure (Hoppe-Seyler[5])), welche diejenigen Forscher untersucht haben, die, von dem Grundsatze ausgehend, dass Chlorophyll durch conc. Salzsäure nicht verändert werde, die eingedampften Chlorophyllauszüge mit dieser behandelten, die erhaltene tief blaugrüne Lösung eindampften und den Rückstand analysirten. So verfuhren bekanntlich Mulder[6]), Berzelius[7]), Pfaundler[8]), Harting[9]) u. A. Auf diesen Körper komme ich weiter unten zurück.

Dass das Chlorophyllan identisch ist mit dem Niederschlage, den Filhol[10]) mittelst Salzsäure in Chlorophylllösungen erhielt und den er bei Dicotylen als kristallinisch, bei Monocotylen als amorph angiebt, der jedoch in beiden Fällen kristallinisch zu erhalten ist und ein vom Chlorophyll durchaus abweichendes spektroskopisches — nicht, wie

---

[1] Chautard fand (Botan. Zeit 1874, p. 110), dass er beim Chlorophyll noch in einer Lösung sichtbar sei, die nur $\frac{1}{10000}$ dieses Stoffes enthalte, doch giebt der genannte Forscher nicht an wie er den Gehalt bestimmte.

[2] Ich bemerke hier alsbald, dass alle Fluorescenzbeobachtungen in der Weise angestellt wurden, dass mit einer Linse ein Lichtkegel durch die Flüssigkeit nahe der Oberfläche gesandt wurde.

[3] Sur la chlorophylle, Compt. rend. 89, (1879) 2, p. 862.

[4] Analyse de chlorophylle, Compt. rend. 90, 2. 1880. p. 881. (Auch in „Rôle de la chlorophyll dans l'assimilation, Inauguraldissertation. Krakau 1879).

[5] Zeitschr. f. phys. Chemie V. p. 75.

[6] Jahresber. f. Chemie. 24. Bd. p. 502.

[7] Gmelin's Handb. d. Chemie. IV. Aufl. 4. Bd.

[8] Annal. d. Chemie und Pharmacie 115, p. 37.

[9] Poggend. Ann. 96 (1855) p. 547.

[10] Botan. Zeit 1875. p. 45.

Filhol, meint, ein mit diesem identisches — Verhalten zeigt, habe ich schon in meiner ersten Mittheilung (a. a. O.) angegeben, besagter Niederschlag verhält sich völlig wie Chlorophyllan. Gleichermassen habe ich schon erwähnt, dass Stokes „modifizirtes Chlorophyll“[1]), ebenso wie das Säurechlorophyll und das s. g. verfärbte durch partielle Chlorophyllanbildung in den Chlorophylllösungen entsteht.

Dass das Chlorophyllan ein Oxydationsprodukt des Chlorophyllfarbstoffes ist, ist dadurch zu erweisen, dass man es mit Hilfe von naszirendem Wasserstoff in Chlorophyll zurückführen kann, behandelt man nämlich die dunkelbraungrünen Lösungen des Chlorophyllans in Benzin mittelst Natrium, so erhält man nach einiger Zeit einen prachtvollen grünen Niederschlag, während die überstehende Flüssigkeit goldgelb wird. Dieser rein grüne Niederschlag ist nun freilich kein reines Chlorophyll, wohl aber die Natriumverbindung der dem Chlorophyll sehr nahestehenden Chlorophyllinsäure (Chlorinnatrium C. Kraus[2])), deren Salze man, wie ich später zeigen werde, direkt aus dem Chlorophyll darstellen kann. Leider ist dieser herrlich smaragdgrüne Niederschlag, selbst unter Benzin aufbewahrt, nicht beständig, nach einem halben Jahre war er olivengrün geworden. Dieser Farbenwechsel tritt sofort ein, wenn man den Niederschlag in Alkohol oder Wasser löst. Man erhält dann eine olivengrüne Flüssigkeit, die alle Kriterien des Natriumsalzes der Chlorophyllansäure besitzt.

Verwendet man statt des Natriums Zinkstaub, so geht die Reduktion des Chlorophyllans noch glatter und prägnanter vor sich. Kocht man nämlich eine alkoholische Chlorophyllanlösung mit diesem Körper, so springt fast plötzlich die braune Farbe in das prächtigste Smaragdgrün um. Die spektroskopische Prüfung scheint keinen Zweifel darüber zu lassen, dass das Chlorophyll regenerirt ist. Auch chemisch verhält sich diese grüne Lösung wie eine Chlorophylllösung, doch ist die Fluoreszenz mehr karmin als blutroth. Streifen IVb fehlt, III ist wieder breiter, II und IV heller geworden, auch lassen sich in der Endabsorption wieder Bänder unterscheiden.

Dass wir es bei der Chlorophyllanbildung mit einem Oxydationsprocesse zu thun haben, ist übrigens auch dadurch erwiesen, dass, wie Church[3]) fand, modifizirtes Chlorophyll durch Zinkstaub wieder rein grün wird. Auch die Versuche von Gerland[4]), Jodin[5]), N. I. C. Müller[6]) und Anderer, die sich mit den Bedingungen, unter denen „Verfärbung“

---

[1]) Poggendorf's Annal. d. Physik, Ergänzungsband IV, (1854.) p. 218.

[2]) Flora 1875, p. 157.

[3]) Chem. News. 38, p. 168.

[4]) Ueber die Einwirkung des Lichtes auf das Chlorophyll. Poggendorf's Annalen 143. (1871.) p. 585.

[5]) Comptes rendus 59. p. 857.

[6]) Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. VII, p. 200.

eintritt, beschäftigten, sprechen dafür. Denn, da ich gezeigt habe, dass modifizirtes und verfärbtes Chlorophyll durch Chlorophyllanbildung entstehen, welche Substanz bei dem verfärbten Chlorophyll durch Licht allmählich sich entfärbt, so gilt alles was von diesen Lösungen angegeben wurde, mutatis mutandis auch von den Chlorophyllanlösungen.

Schon oben habe ich erwähnt, dass diese Oxydation des Chlorophylls nur in saurer Lösung vor sich geht. Man könnte dabei daran denken, dass wir es beim Chlorophyll mit einer salzartigen Verbindung zu thun haben[1]), die durch eine sehr schwache, schon durch Kohlensäure abspaltbare und sehr leicht alsdann weiter zu Chlorophyllan oxydirbare, rein grüne Säure und eine hypothetische Base gebildet werde — eine Vorstellung, für die sich zwar schon jetzt eine Anzahl Gründe anführen liessen, die jedoch noch der weiteren Begründung bedarf. Jedenfalls besitzt das Chlorophyllan als solches die Eigenschaften einer Säure nicht, kann jedoch leicht sowohl in das grüne Natriumsalz der Chlorophyllinsäure[2]), wie der braungrüne der Chlorophyllansäure[3]), in das erstere nach vorherheriger Reduktion durch naszirenden Wasserstoff, übergeführt werden.

In conc. Schwefelsäure löst sich das Chlorophyllan mit schön blaugrüner Farbe. Conc. Salzsäure löst selbst im Kochen nicht alles. Es findet dabei eine Spaltung statt. Es entsteht ein blaues in conc. Salzsäure lösliches Chlorproduct[4]) und ein in dieser unlöslicher, aber in Alcohol löslicher brauner Körper. Die schön blaue Lösung besitzt bei mittlerer Dicke der Schicht folgendes Spectrum:

Band I von $\lambda = 63$ bis 67 sehr dunkel und scharf,
„ II „ $\lambda = 59{,}5$ „ 61,5 matt, durch einen Schatten mit I verbunden,
„ III von $\lambda = 56$ bis 58 dunkler,
„ IV „ $\lambda = 52$ „ 54 das matteste,

bisweilen sieht man wohl auch einen Schatten um $\lambda = 50$.[5]) Die Helligkeitsskala der Bänder ist, vom dunkelsten beginnend, I, III, II, IV. Die zwei positiven Streifen liegen zwischen $\lambda = 51$ und 52 und zwischen $\lambda = 54$ und 56. Setzt man zu der Lösung Alkohol, so verschieben sich die Streifen etwas und ändern ihre relative Helligkeit. Das Spectrum zeigt dann folgende Streifen:

---

[1]) Es ist übrigens nicht das erste Mal, dass eine solche Vermuthung ausgesprochen wird. Timiriaseff (Petersburger Naturforschervers. 1874) hält das Chlorophyll für das Ammoniaksalz des Chlorophyllins, doch hat er seine Vermuthung nicht weiter begründet. Ebenso ist Liebermann's Versuch (Sitzungsber. d. Wiener Acad. Bd. 72. p. 599.) das Chlorophyll als eine salzartige Verbindung der Chlorophyllsäure und eines basischen, durch Oxydations- und Reduktionsmittel die verschiedenen Blumenfarbstoffe liefernden Phyllochromogens zu erweisen, nichts mehr als eine Hypothese, die durch die beigebrachten Argumente nicht sehr wahrscheinlich gemacht ist.

[2]) Siehe oben p. 145.

[3]) Zeitschr. f. phys. Chemie V, p. 75.

[4]) Vergl. auch Wiesner, botan. Centralblatt. 1882. No. 20.

[5]) Siehe Sachsse, a. a. O. p. 51.

Band I von $\lambda = 62$ bis 66,5 sehr dunkel,
„ II „ $\lambda = 60,5$ „ 58,5 dunkel,
„ III „ $\lambda = 55$ „ 57 jetzt das hellste,
„ IV „ $\lambda = 51$ „ 54 in der Mitte am dunkelsten, gegen die Ränder abschattirt;

bisweilen ein Schatten bei $\lambda = 50$.

Man kann die Veränderungen also dahin zusammenfassen, dass Band I—III gegen das stärker brechbare Ende des Spectrums verschoben, Band IV nach der gleichen Seite verbreitert ist.

Die Helligkeitsskala ist jetzt vom dunkelsten beginnend I, II, IV, III.

Mit diesem letzteren Spectrum stimmt dasjenige des Phyllocyanins von Fremy[1]) überein. Das erstere zeigt sowohl die durch Behandeln des Chlorophyllans mit conc. Salzsäure, wie die durch Behandeln der Chlorophyllextracte mit der gleichen Säure erhaltene Lösung, als ein durch Kochen von frischen Blättern mit conc. Salzsäure zu erhaltender Auszug. Es ist klar, dass wir es hier in allen Fällen mit dem von Fremy als einen Chlorophyllbestandtheil beschriebenen, durch Salzsäureeinwirkung darstellbaren Phyllocyanin der Autoren zu thun haben. Dieses blaue Phyllocyanin ist in seiner Lösung in conc. Salzsäure auch gegen Licht sehr beständig, zersetzt sich jedoch mit Alkalien leicht und bildet mit diesen gelbgrüne Salze, die wahrscheinlich der Chlorophyllansäure Hoppe-Seyler's (Phyllocyaninsäure Fremy's) angehören. Die Lösung wird dann sofort gelbgrün und zeigt wieder den Streifen zwischen b und F sehr dunkel und scharf. Dampft man die blaue etwas röthlich schimmernde, deutlich roth fluoreszirende Lösung ab, so erhält man einen braungrünen Rückstand, der sich in verdünnten Alkalien leicht zu einer olivengrünen Flüssigkeit löst und mit Alkohol aufgenommen das Chlorophyllanspectrum zeigt. Es ist dies die Phyllocyaninsäure Fremy's,[2]) die ihrem ganzen Verhalten nach mit der Chlorophyllansäure Hoppe-Seylers identisch zu sein scheint.

Das Spectrum der alkoholischen Lösung dieses Körpers ist sowohl, was die Lage der Streifen als die relativen Intensitätsverhältnisse derselben und ihr successives Verschwinden beim Verdünnen der Lösung betrifft genau übereinstimmend mit dem des Chlorophyllans und

---

1) Recherches sur la matière colorante verte des feuilles Comptes rendus 50 (1860.) p. 405.

Fremy erhielt diesen Körper durch Zusatz von Salzsäure-Aether zur alkoholischen Chlorophyll-Tinktur.

2) Comptes rend. 61, 2. (1865.) p. 191.

doch erweist das Verhalten zu Kalilauge, dass wir es mit einem durchaus damit verschiedenen Körper zu thun haben. Während Chlorophyllan erst durch längeres Kochen mit Kalilauge in dieser löslich wird, löst sich dieser Körper leicht und vollständig darin, lässt sich durch Säuren aus diesen Lösungen unverändert in Aether abscheiden, aus welcher ätherischen Lösung durch damit geschüttelte Kalilauge die ursprüngliche Kalisalzlösung regenerirt werden kann.

Das gleiche spektroskopische Verhalten zweier notorisch verschiedener Körper zeigt wie vorsichtig man bei der Hinzuziehung der Spectralanalyse zu chemischen Untersuchungen sein muss. Hoppe-Seyler hat darauf aufmerksam gemacht,[1]) dass sich Aenderungen in der Molekularstruktur eines Körpers wohl vollziehen können, ohne dass sie sich spektralanalytisch bemerkbar machen. Denn, da „Lichtemissionen und Absorptionen nicht vom ganzen Moleküle, sondern von den Atomen und Atomgruppen bewirkt“ werden, so kann „die Bewegung derselben unter gleichen Verhältnissen dieselbe bleiben, wenn an andere Atome oder Atomgruppen Anfügung oder Abspaltung von Atomgruppen geschieht“ (a. a. O. p. 340). In der vorliegenden Arbeit über den Chlorophyllfarbstoff habe ich zwar stets das Spectroscop in der Hand gehabt und bin Schritt für Schritt den chemischen Aenderungen mit dem Spectroscope kontrollirend gefolgt, habe jedoch die Identität zweier Körper erst dann für wahrscheinlich erachtet, wenn ausser spektroskopischen auch rein chemische Gründe dafür sprachen. Infolge des geringen Kristallisationsvermögens und der Schwierigkeit der Reindarstellung aller dieser Körper ist, namentlich da ich grosse Mengen nicht verarbeiten konnte, die Elementaranalyse, das beste Mittel der Identificirung, bisher anzuwenden mir unmöglich gewesen.

Wie schon erwähnt, lässt sich das blaue Chlorproduct, das Phyllocyanin, unzersetzt aus der salzsauren Lösung nicht abscheiden. Alle Forscher, welche glaubten, es vor sich zu haben, wenn sie die blaue Lösung eindampften, hätten schon durch die spektroskopische Prüfung des in Alcohol aufgenommenen Rückstandes — derselbe ist unlöslich in Wasser — gesehen, dass der in salzsaurer Lösung blaue Körper nicht mehr vorlag.

Allein nicht nur durch Eindampfen kann die Phyllocyaninsäure aus der blauen Phyllocyaninlösung abgeschieden werden, auch durch Verdünnen mit grossen Mengen Wasser scheidet sie sich in braunen Flocken ab, die sich wie der durch Eindampfen erhaltene Rückstand verhalten. Das Kalisalz (Phyllocyansaures Kali Fremy) zeigt in alkalischer Lösung die mittleren Streifen des Spectrums nur sehr matt, III gar nicht, eine Erscheinung, die für die alkalischen Lösungen der meisten Chlorophyllderivate charakteristisch zu sein scheint. Streifen IVb ist dagegen sehr stark entwickelt. Er ist, wie ich schon hervorhob, für alle Säureprodukte des Chlorophylls wie seiner in der nächsten Mittheilung zu beschreibenden Derivate mit einer einzigen, sogleich zu beschreibenden Ausnahme charakteristisch. Dies alles zeigt, dass das Phyllocyaninsaure Kali ein vom Chlorophyll sehr abweichendes optisches Verhalten besitzt. Fremy, der bekanntlich glaubt, dass Chlorophyll ein Gemenge aus Xanthophyll und Phyllocyaninsaurem Kali sei,[1]) meint, sein Verhalten sei mit dem des Chlorophylls identisch.

---

[1]) Zeitschr. f. phys. Chemie 3, p. 340. Vgl. auch den Aufsatz „Ueber die Lichterzeugung durch Bewegung der Atome“ in Poggendorf's Annalen 147, (1872.) p. 101.

Das einzige mir bisher bekannte Säureprodukt des Chlorophylls, das den charakteristischen Streifen IVb nicht besitzt, ist das Phylloxanthin Fremy's.[2]) Die Fremy'sche Reaktion, die für die französischen Forscher noch jetzt den Ausgang bildet[3]), deren Interpretation durch dieselben jedoch ebensowenig haltbar erscheint, wie die, welche ihr einige deutsche Forscher (Sachsse[4]) und Micheli[5])) gaben, wird verständlich, wenn man sich der oben erwähnten Spaltung des Chlorophyllans in einem in conc. Salzsäure löslichen und einen in dieser unlöslichen Körper erinnert.[6]) Der in Salzsäure unlösliche Körper löst sich mit gelbbrauner Farbe leicht in Alcohol und Aether[7]) und zeigt in seinem Spektrum den Streifen zwischen b und F nicht, sondern von $\lambda = 50$ an kontinuirliche Endabsorption. Nun entsteht bei Einwirkung verdünnter Salzsäure auf Chlorophyll sicher in erster Linie Chlorophyllan: die Lösung wird olivenbraun; setzt man zu dieser Lösung nun conc Salzsäure und Aether, so bewirkt die erstere die erwähnte Spaltung des Chlorophyllans in die in Salzsäure mit blauer Farbe lösliche Chlorophyllan resp. Phyllocyaninsäure und den zweiten in Salzsäure unlöslichen aber in Aether löslichen Körper (Phylloxanthin Fremy), dem der Streifen zwischen b und F fehlt.[8]) Dass dieser zweiten Reaktion immer Chlorophyllanbildung vorausgeht, kann man, wenn man die Reaktion successive verfolgt, leicht constatiren. Uebrigens ist ja aus schwach angesäuerten Chlorophylllösungen das Chlorophyllan direkt darstellbar.

Dass die bei der Reaktion entstehenden Produkte nicht Chlorophyllbestandtheile sein können, ergiebt sich hieraus von selbst.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

---

[1]) Comptes rend. 84, 2. (1877.) p 987.

[2]) Vgl. auch Sachsse a. a. O. p. 51.

[3]) Vergl. Gautier, Compt. rend. 89. (1879.) p. 864.

[4]) a. a. O. p. 43.

[5]) Botan. Zeit. 1867, p. 340. Auch Archives des sciences de la bibliothèque universelle de Genève 1867.

[6]) Vgl. oben pag. 146.

[7]) Ich bin mit dem Studium dieses Körpers beschäftigt.

[8]) Bei der Fremy'schen Reaktion ist das Phylloxanthin (in ätherischer Lösung) durch die das Chlorophyll begleitenden, in conc. HCl unlöslichen, gelben Farbstoffe verunreinigt.

18. Hans Molisch: Ueber den mikrochemischen Nachweis von Nitraten und Nitriten in der Pflanze mittelst Diphenylamin oder Brucin.

Eingegangen am 24. März 1883.

Vor ungefähr zwei Jahren hat Borodin[1]), gelegentlich seiner Untersuchung über die Verbreitung des Asparagins, bei Behandlung von Pflanzenschnitten mit Alkohol charakteristische Niederschläge erhalten, darunter auch öfters einen solchen, der vorwiegend aus zweischenkeligen, einen stumpfen Winkel bildenden Krystallen bestand. Borodin hält diese wegen ihres Aussehens, ferner weil sie sich im Wasser leicht lösen, bei starker Erwärmung schmelzen und im polarisirten Licht auf dunkelm Gesichtsfeld hell und farbig aufleuchten, für Salpeterkrystalle. — Angeregt durch diese Beobachtung unternahm es hierauf N. A. Monteverde[2]), das Vorkommen und die Vertheilung des Salpeters in der Pflanze genauer zu studiren, wobei er sich zum Nachweis des genannten Salzes derselben Methode bediente wie Borodin. Dies sind, wie ich glaube, die ersten und einzigen Versuche, welche unternommen wurden, um ein Nitrat direkt im Pflanzengewebe unter dem Mikroskope nachzuweisen.

Die Methode Borodins, den im Zellsaft gelösten Salpeter durch Einwirkung von Alkohol und späteres Austrocknenlassen des Präparates zum Auskrystallisiren zu bringen, wird gewiss in vielen Fällen ganz besonders da, wo der Salpeter in erheblicher Menge angehäuft ist, gute Dienste leisten; allein wenn es sich darum handeln sollte, minimale Mengen des Nitrates nachzuweisen, so wird diese Methode, da ja die entstehenden Krystalle nur unvollkommen und sehr klein sein werden und überdies mit anderen z. B. mit Asparaginkrystallen leicht verwechselt werden können, nicht mehr ausreichen.

---

[1]) Sitzungsber. der bot. Sektion der St Petersburger Naturforscher-Ges 1881. Vgl. d. Referat darüber in der Bot. Ztg. 1882, p. 589.

[2]) Ueber Verbreitung und Vertheilung des Salpeters in der Pflanze und über einige chemische Verwandlungen unter dem Einfluss des Zellsaftes. Sep.-Abdr. aus d. Arb. d. St. Petersburg. Naturf.-Ges. Bd. VII, Theil II, 1882. Da diese Arbeit in russischer Sprache erschienen ist, so konnte ich dieselbe nur insoweit verwerthen, als sie in einem im botan. Centralbl. (Bd. XII, p. 257) enthaltenen Referate wiedergegeben ist.

Da von den Chemikern¹) in letzter Zeit Diphenylamin oder Brucin zum Nachweis sehr kleiner Mengen von Nitraten und Nitriten im Brunnenwasser mit schönem Erfolge verwendet werden, so versuchte ich die beiden Reagentien in die Histochemie einzuführen; schon wenige Versuche liessen erkennen, dass diese, ganz besonders aber das Diphenylamin, die Gegenwart von Nitraten oder Nitriten in mikroskopischen Schnitten durch eine auffallende Farbenreaktion anzeigen. Die anfängliche Befürchtung, dass die Reaktion durch andere organische Stoffe der Zelle gestört werden könnte, erwies sich als unbegründet.

Reaction mit Diphenylamin. Als Reagenz leisteten mir die besten Dienste Lösungen von $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{10}$ *gr* Diphenylamin in 10 *ccm* reiner Schwefelsäure. Solche Lösungen sind vollkommen klar und fast farblos. Bei der Prüfung frischer Schnitte ist es, wie ich mich vielfach überzeugt habe, nicht gut mit konzentrirteren Lösungen zu arbeiten, da in diesem Falle das Diphenylamin beim Zusammentreffen mit Wasser (Zellsaft) herausfällt, wodurch die Reaktion unterbleibt oder nur sehr undeutlich hervortritt. Anders ist es jedoch, wenn man einen am Objektträger eingetrockneten Schnitt, in welchem also die etwa vorhandenen Nitrate in fester Form vorhanden sind, zu untersuchen hat; da empfiehlt es sich, sehr konzentrirte Lösungen anzuwenden. Bringt man einen Tropfen von dem Reagenz auf einen ein salpetersaures oder salpetrigsaures Salz enthaltenden Querschnitt, so tritt eine tiefblaue Färbung auf, welche je nach dem grösseren oder geringeren Nitrat- oder Nitritgehalt längere oder kürzere Zeit andauert, um schliesslich zu verschwinden oder ins Braungelbe überzugehen. Sind nur Spuren von den genannten Körpern vorhanden, so erhält man mitunter keine Reaktion, wohl aber dann, wenn man den Schnitt am Objektträger austrocknen lässt und hierauf einen Tropfen recht konzentrirte Diphenylaminlösung hinzugiebt: es tritt alsbald deutliche Blaufärbung ein, die sowohl makro- als auch mikroskopisch sichtbar wird. Bei der Untersuchung von Schnitten ist es vortheilhaft, soviel von dem Reagenz auf dieselben zu bringen, dass sie vollständig untergetaucht sind. Dringt das Diphenylamin recht gleichmässig von allen Seiten

---

1) A. Wagner, Erkennung und Bestimmung der Nitrate im Brunnenwasser. Zeitschrift f. Chemie, herausgeg. v. Fresenius, Jg. 20, p. 329. Zum Beweise dafür, wie empfindlich die Reaktion mit Diphenylamin ist, führe ich aus Wagner's Arbeit folgende Tabelle an:

1 *ccm* einer Lösung von

1 Salpeter in 10 000	Wasser	gab	starke sofortige Reaktion.
100 000	„	„	„ „ „
200 000	„	„	deutliche Reaktion nach kurzer Zeit.
300 000	„	„	schwache „ „ längerer Zeit.
600 000	„	„	keine sichere Reaktion.

in das Gewebe ein, so kann man nun bei mikroskopischer Betrachtung an Stengelquerschnitten die Bemerkung machen, dass die Blaufärbung hauptsächlich im Marke und im Rindenparenchym auftritt, offenbar deshalb, weil die Nitrate hier in grösster Menge vorhanden sind.

Die geschilderte Reaktion kann sowohl von einem Nitrat als auch Nitrit herrühren, denn beide Salze geben die gleiche Blaufärbung. Welches von beiden Salzen oder ob beide zugegen sind, darüber sagt die Reaktion nichts aus. Da man jedoch in den Fällen, in welchen man schöne Blaufärbung erhält, auch zumeist durch blosses Verdunstenlassen von einem Tropfen ausgepressten Zellsaftes am Objektträger deutliche Salpeterkrystalle gewinnt und da ferner die Analyse von Pflanzensäften häufig die Gegenwart von Nitraten und nur selten das Vorhandensein von Nitriten¹) ergeben hat, so dürfte wohl die Reaktion in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle auf Verbindungen der Salpetersäure hindeuten²).

Reaktion mit Brucin. Nach A. Wagner³) erwies sich die Brucinreaktion zum Nachweis von Nitraten im Brunnenwasser ebenso empfindlich, wie die mit Diphenylamin. Wendet man jedoch die beiden Reagentien auf die Pflanze an, so lässt sich nicht das Gleiche davon sagen, denn hier verdient das Diphenylamin entschieden den Vorzug, da die durch Brucin hervorgerufene Färbung in dem Falle, wenn die Nitrate nur in geringer Menge vorhanden sind, nicht besonders deutlich wird.

Ich verwendete mit Vortheil eine Lösung von $\frac{2}{10}$ gr. *Brucin* in 10 cc. reiner Schwefelsäure. Ein Tropfen einer solchen Lösung mit einem Stengelquerschnitt von *Amarantus*, *Capsella* oder *Tradescantia* zusammengebracht, ruft eine hochrothe oder rothgelbe vergängliche Färbung hervor. Auch diese Reaktion kann sowohl von Nitraten als auch von Nitriten herrühren, es gilt daher das, was über diesen Punkt bei der Diphenylaminreaktion gesagt wurde, auch von der Brucinreaktion.

Mit Hilfe dieser beiden Reagentien habe ich unter öfterer Zuziehung der Methode Borodins an 50 krautartige verschiedenen Familien angehörige Pflanzen auf ihren Nitratgehalt untersucht und habe einen solchen mit wenigen Ausnahmen in den Wurzeln, Stengeln und oft auch in den Blättern gefunden. Dies darf auch gar nicht auf-

---

1) Schönbein wies im ausgepressten Safte von *Lactuca sativa* und *Leontodon taraxacum* mit angesäuertem Jodkaliumstärkekleister salpetrige Säure nach. Vgl. Ebermayer, physiolog. Chemie der Pflanzen. 1882, pag. 768.

2) Dafür würde auch die Beobachtung Goppelsröder's sprechen, dass „eine Runkelrübe, welche in einer von Nitraten freien Erde wächst, die man von Zeit zu Zeit mit einer schwachen Lösung von salpetrigsaurem Kali begiesst, in ihrem Safte nur salpetersaure Salze, keine salpetrigsauren enthält.“ Vgl. Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. 1876. p. 65.

3) l. c.

fallen, gehören doch die salpetersauren Salze des Bodens zu den wichtigsten Nahrungsmitteln der Pflanze. Die Salpetermenge ist, wie schon aus der Intensität der Farbenreaktion hervorgeht, bei verschiedenen Pflanzen eine höchst variable. An der Spitze jener Gewächse, welche einen ungemein grossen Salpetergehalt aufweisen, stehen vor allen zahlreiche Schuttpflanzen: die Gattungen *Amarantus*, *Chenopodium*, *Urtica*, *Mercurialis*, *Solanum*, *Sinapis*, *Helianthus*, *Capsella* und viele andere, die man als wahre „Salpeterpflanzen“ bezeichnen könnte. Dass manche Pflanzen in ganz besonderem Grade die Fähigkeit haben, den Salpeter in geradezu unglaublicher Menge aufzuspeichern, geht schon aus einer Beobachtung Boussingaults hervor[1]). Nach diesem Forscher nimmt der Tabak auf salpeterhaltigem Boden bei Mazulipatam soviel von dem Salpeter auf, dass die Blätter desselben eine weisse Farbe annehmen. *Helianthus*, der auf salpeterreichem Boden kultivirt wurde, speichert soviel Salpeter im Marke auf, dass kleine Stückchen davon auf glühende Kohle geworfen, unter Detonationen verpuffen. A. Boutin[2]) fand in *Amarantus Blitum* 11,68 pCt., in *A. ruber* 16 pCt. und in *A. atropurpureus* 22,77 pCt. salpetersaures Kali (bezogen auf die Trockensubstanz). Wurden Stengelstücke davon in freier Luft getrocknet, so blühte der Salpeter in Form eines weissen Ueberzuges aus. Von diesen salpeterreichen Pflanzen bis zu jenen, welche nur Spuren von Nitraten oder gar keine nachweisbaren Mengen enthalten, kommen alle Uebergänge vor. Gar keine Reaktion unter den untersuchten krautartigen Pflanzen erhielt ich beispielsweise bei einer im Topfe kultivirten *Rochea falcata*, in der Zwiebel von *Allium Cepa* und in vielen Kartoffelknollen. Wenn die Reaktion ausbleibt, so darf keineswegs geschlossen werden, dass die betreffende Pflanze Nitrate oder Nitrite überhaupt nie führt, denn offenbar wird man dieselben nur dann nachweisen können, wenn mehr davon aufgenommen als assimilirt wurde. Auch wird der Nitratgehalt der Pflanze im hohen Grade abhängig sein, von dem jeweiligen Gehalt im Boden. Er wird ein höchst wechselnder sein, je nach dem Substrat, auf welchem die Pflanze gedeiht. Um mich davon zu überzeugen, theilte ich eine bestimmte Menge von mit Wasser gereinigten Kressesamen (*Lepidium sativum*) in drei Partien. Die eine liess ich in schwarzer salpeterhaltiger Gartenerde ankeimen, die zweite im Sägemehl, das nur Spuren von Nitraten enthielt und die dritte Partie endlich in einer wohlgereinigten Platinschale auf wenig destillirtem Wasser. Als die Keimlinge eine Höhe von 4 Ctm. erreicht hatten, untersuchte ich die Stengel derselben: die erste Partie gab sehr schöne Reaktion, die zweite schwache und die dritte gar keine.

---

[1]) Vgl. Sachs, Handb d. Experimentalphysiologie 1865. p. 140.

[2]) Bot. Jahresber. 1873, p. 319, ferner 1874, p 861.

Ausser den 50 phanerogamen krautartigen Gewächsen prüfte ich auch einige *Cryptogamen*, nämlich *Agaricus campestris* (Strunk), *Marchantia polymorpha*, *Fegatella conica*, *Pteris serratula*, *Selaginella Martensii* (Stamm) und erhielt bei allen mit Diphenylamin schöne Blaufärbung.

Während die krautartigen Pflanzen gewöhnlich sehr schöne Reaktionen geben, blieben dieselben merkwürdiger Weise bei den untersuchten Baum- und Strauchzweigen vollständig aus. (*Syringa vulg.*, *Ulmus campestris*, *Philadelphus coronarius*, *Ampelopsis hederacea*, *Taxus baccata*, *Acer Pseudoplatanus*, *Robinia Pseudacacia*, *Celtis australis*, *Ailanthus glandulosa*). Da ich die meisten derselben im Winter, also in entlaubtem Zustande untersuchte, so wäre man vielleicht geneigt, in dem Mangel jeder stärkeren Saftleitung die Ursache des Ausbleibens der Reaktion zu suchen, allein Monteverde[1]) prüfte 10 Bäume im belaubten Zustande und fand den Salpeter ebenfalls nur bei einer einzigen Gattung (*Sambucus*). Wenn man erwägt, dass die obersten Schichten des Bodens vorzüglich Nitrate enthalten und dass diese in den tieferen zu Nitriten und diese schliesslich in noch tiefer gelegenen Bodenschichten zu Ammoniak reduzirt werden, so erscheint es nicht unwahrscheinlich, dass die Bäume deshalb keinen Nitratgehalt aufweisen, weil diese mit ihren tiefgehenden Wurzeln zumeist nur Ammoniakverbindungen, aber keine Nitrate vorfinden.

Mittelst unserer beiden Reagentien lässt sich auch in höchst einfacher Weise konstatiren, dass in krautartigen Stengeln die Nitrat beziehungsweise Nitritmenge von unten nach oben abnimmt. Zur Untersuchung dienten *Phaseolus multiflorus*, *Pisum sativum*, *Solanum tuberosum*, *Hartwegia comosa*. Fertigt man aus dem Stamme der bezeichneten Pflanzen von unten nach oben vorschreitend Querschnitte an, legt dieselben am Objektträger in eine Reihe und behandelt sie mit Diphenylaminlösung, so werden die dem älteren Stammtheil entsprechenden Schnitte tiefblau, die darauf folgenden hellblau, die knapp unterhalb der Vegetationsspitze entnommenen dagegen nur ganz schwach bläulich oder bleiben ganz ungefärbt. Sowie nun die Menge der genannten anorganischen Stickstoffverbindungen in verschiedenen Höhen des Stammes eine verschiedene ist, so ist auch dieselbe über ein und denselben Querschnitt nicht gleichmässig verbreitet. Die mikrochemische Reaktion zeigt vielmehr, dass das Mark und das Rindenparenchym den eigentlichen Sammelpunkt für die Nitrate oder Nitrite bilden.

Es liesse sich noch Manches anführen, um zu zeigen, dass die empfohlenen Reagentien in mehr als einer Hinsicht von Nutzen sein

---

1) l. c.

werden; allein, da ich meine Beobachtungen im kommenden Sommer ohnedies fortzusetzen gedenke, so will ich die vorliegende kleine Arbeit, welche im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführt wurde, einstweilen als eine vorläufige Mittheilung veröffentlichen.

---

19. K. Prantl: Helminthostachys zeylanica und ihre Beziehungen zu Ophioglossum und Botrychium.

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 25. März 1883.

Der Umstand, dass ich durch Herrn Grabowski aus Borneo einige Exemplare der *Helminthostachys zeylanica* erhielt (leider blieb mein Wunsch, dieselben in Alkohol conservirt zu bekommen, unerfüllt), war Veranlassung, diese Pflanze, von welcher bisher kaum mehr als der äussere Habitus bekannt war, einer möglichst eingehenden Untersuchung zu unterziehen und mit den beiden anderen, bisher allein genauer studirten Gattungen der *Ophioglosseen* in Vergleich zu setzen. Die Resultate meiner Untersuchungen sollen, mit zahlreichen Abbildungen versehen, an anderer Stelle ausführlicher veröffentlicht werden; hier erlaube ich mir nur auf einige Punkte aufmerksam zu machen, welche für das Verständniss der Morphologie der *Ophioglosseen* und ihrer systematischen Stellung besondere Beachtung verdienen dürften. Es sind dies erstens der Bau des Stammes und der die Knospe umschliessenden Hüllen, zweitens der Strangverlauf im sterilen und fertilen Blatte, drittens die Anordnung der Sporangien.

Während *Ophioglossum* und *Botrychium* multilaterale Blattstellung besitzen, ist *Helminthostachys* durch ihr dorsiventrales horizontal kriechendes Rhizom ausgezeichnet, welches auf dem Rücken zwei Zeilen einander sehr nahe gerückter Blätter, an den Flanken und der Bauchseite mehrere Reihen Wurzeln trägt. Wie bei vielen anderen *Ophioglosseen* wird hier jährlich nur ein einziges Blatt entfaltet; die für die beiden folgenden Jahre bestimmten Blätter sind schon äusserlich zwischen dem entfalteten Blatte und der Stammspitze deutlich sichtbar, indess ragen diese Blattanlagen auch hier nicht frei vor, sondern sind von der eigenthümlich gebauten Hülle umschlossen. Entsprechend dem dorsiventralen Bau des Rhizoms gehört auch die Hülle nur der Rückenseite an und zeigt folgende Anordnung. Hinter jedem Blatte erhebt sich eine besondere Hülle, welche das noch unentfaltete Blatt überdeckt, seitlich der beiden Blattzeilen der Stammoberfläche angewachsen ist, sich bis gegen den Stammscheitel hin erstreckt und dort mit freiem, spärlich behaarten Saume endigt. An der Vorderseite der betreffenden Blattanlage senkt sich die Hülle gegen die Stammoberfläche zu, ohne diese indess zu erreichen, und erhebt sich über der nächstjüngeren Blattanlage von Neuem; diese letztere ist sonach von einer doppelten Hülle bedeckt, ihrer eigenen und jener des nächstälteren Blattes. Bei der Entfaltung des Blattes wird die zugehörige Hülle quer zur Längsrichtung des Rhizoms an der gewölbten Stelle durchbrochen, die Einbiegung an der Vorderseite wird zwischen Blattstiel und der folgenden Blattanlage eingeklemmt und der vorderhalb gelegene Theil reisst ebenfalls oben der Länge nach auf.

Sonach schliesst sich bezüglich der Umhüllung der Blattanlagen *Helminthostachys* zunächst an *Ophioglossum* an und unterscheidet sich davon strenge genommen nur durch die dem dorsiventralen Bau und dem frei vorragenden Stammscheitel entsprechende Modifikation der Hülle, welche bei beiden Gattungen als eine Wucherung der Stammoberfläche zwischen den Blattanlagen aufgefasst werden muss, im Gegensatze zu *Botrychium*, wo die gleiche Funktion des Schutzes durch die scheidenartigen Blattbasen, und zu den *Marattiaceen*, wo diese durch besondere, mit Fibrovasalsträngen versehene Auswüchse der Blattstielbasis ausgeübt wird. Da nun sowohl hier bei *Helminthostachys*, als auch bei *Ophioglossum* der freie Rand der Hüllen stets in Haarbildungen ausgeht, da letztere ferner bei *O. palmatum* eine beträchtliche Anzahl und Grösse aufweisen und auch von den Flächen der Hülle entspringen, so dürfte die Ansicht berechtigt sein, dass ein Vergleichspunkt dieser so auffallenden Hüllen nur in der sonst bei Farnen stets vorhandenen Bekleidung mit Spreuhaaren gefunden werden kann, dass diese Hüllen gleichsam als verwachsene Spreuhaare aufzufassen seien, oder richtiger ausgedrückt: die Oberflächenzellen, welche bei anderen Farnen getrennt, jede für sich, zu einem Spreuhaar auswachsen, erheben sich hier gemeinschaftlich zu einer mehrschichtigen Hülle, an deren Rand erst die Haarbildung durch einzelne Zellen erfolgt.

Die Anordnung der Wurzeln lässt eine Gesetzmässigkeit nicht erkennen und ich muss auch für die radiären Stämme von *Ophioglossum* die von Holle behauptete Beziehung des Wurzelursprunges zu den Blattspursträngen in Abrede stellen. Von den starken Wurzeln, deren Bau dem der übrigen *Ophioglosseen* entspricht, entspringen nicht selten schwächere Seitenwurzeln von zweifellos lateraler Bildungsweise.

Der Verlauf der Fibrovasalstränge im Blatte und seinen Theilen ist mehrfach benutzt worden, um über die eigenartige Stellung des fertilen Blattheils Aufklärung zu erhalten, und auch die jüngste einschlägige Untersuchung Holle's erblickt im Strangverlauf eine Stütze der Ansicht Röper's, wonach der fertile Blattheil aus zwei seitlichen Segmenten verwachsen sein soll. Obgleich ich es für unberechtigt halten muss, diese Schlussfolgerung aus dem Strangverlaufe zu ziehen, so erkenne ich doch in der Art und Weise, wie die in das Blatt eintretenden Stränge sich verzweigen, einen morphologischen Charakter. Die physiologische Aufgabe der Strangvertheilung, der Transport des Wassers zur Peripherie und die Rückleitung gewisser Assimilationsprodukte, sowie die Gewähr genügender Festigkeit gestattet ja noch, wie wir aus vielfältigen Untersuchungen wissen, eine erhebliche Mannigfaltigkeit der Anordnung, insbesondere der Verkettung der einzelnen Zweige des Strangskelettes, und es sprechen sich gerade in letzterer Anordnung Verwandtschaftsbeziehungen der Arten und Gattungen aus.

Da die Angaben Holle's einiger Erweiterungen und Berichtigungen bedürfen, so sei zunächst der Strangverlauf der beiden anderen Gattungen, *Ophioglossum* und *Botrychium* in Kürze skizzirt.

Derselbe tritt für *Ophioglossum* am deutlichsten an den Arten geringerer Dimension hervor, z. B. an *O. lusitanicum.* Der am Grund einer Masche des Stammskeletts entspringende Strang giebt an der Basis des Blattstiels alsbald zwei schwächere Aeste nach links und rechts ab, welche als Lateralstränge bezeichnet seien, und welche bis an die Basis der sterilen Lamina den hier ungetheilten Medianstrang begleiten, auf dem Querschnitt die Ecken eines Dreiecks einnehmend. Ist nun das Blatt fertil, so giebt jeder Lateralstrang oberseits einen weiteren Ast ab; diese beiden Aeste vereinigen sich alsbald in der Mittellinie der Oberseite zu dem einzigen in den fertilen Abschnitt austretenden Strang. Derselbe Grundtypus erscheint wieder in den zahlreicheren Strängen des *O. vulgatum.* Abgesehen von der weiteren Verzweigung der Median- und der Lateralstränge, giebt der fertile Strang (die Kürze mag diesen Ausdruck entschuldigen) wieder sich verzweigende Seitenstränge ab, von denen die äusseren Zweige in die sterile Lamina übertreten. Im grössten Theile des gemeinschaftlichen Blattstiels sind die sämmtlichen Stränge auf die Peripherie eines Kreises geordnet; erst mit dem Abgang des fertilen Segments breitet sich der sterile Theil in eine nach oben concave Fläche aus. Da bei Anwesenheit vieler Stränge nur Querschnittserien den Thatbestand erkennen lassen, so kann das durch zahlreiche fertile Segmente ausgezeichnete *O. palmatum* leider zur Zeit nicht hierauf untersucht werden. Es ist indess nach genauer Besichtigung mit der Loupe höchst wahrscheinlich, dass die vorderen Aehren von jenen Zweigen des fertilen Stranges versorgt werden, welche bei *O. vulgatum* in die sterile Spreite übergehen. Noch sei erwähnt, dass ich einmal, bei *O. Gomezianum*, den fertilen Strang nur von einem Lateralstrang entspringen sah; ob man diese Thatsache für die

Hypothese verwerthen kann, der fertile Theil sei aus einem seitlichen Segment abzuleiten, sei hier nicht weiter erörtert.

Bei *Botrychium* entspringen die fertilen Stränge ebenfalls von den oberseits liegenden Seiten des sterilen Strangsystems; allein der ursprüngliche Blattstrang giebt hier keine Seitenäste ab, sondern gabelt sich in zwei seitlich gelegene Stränge; von jedem derselben entspringt oberseits je einer der beiden in den fertilen Theil eintretenden Stränge; auch die kleinsten Formen der kleinsten Art, *B. simplex*, zeigen stets diese paarige Anordnung sowohl im sterilen, als im fertilen Theil. Bei den grösseren Arten, z. B. *B. virginianum* können sich die sterilen Stränge noch vor Abgabe der fertilen weiter gabeln; ein Uebertritt von Aesten der fertilen Stränge in den sterilen Blatttheil ist hier aber nie beobachtet worden.

Bei *Helminthostachys* nun bildet das Strangsystem des Stammes eine nur oberseits durch Maschen unterbrochene Röhre. Von der hinteren Ecke jeder Masche entspingt der für das Blatt bestimmte Strang, welcher sich sofort in zwei seitliche Aeste gabelt. Noch vor dem Austritt in den eigentlichen Blattstiel, noch unterhalb der nach dem Abwelken verbleibenden Blattnarbe, entsendet jeder Gabelast einen Zweig gegen die Blattoberseite zu, so dass häufig 4 diagonal gestellte Stränge in das Blatt eintreten; es können indess an der Basis schon weitere Gabelungen erfolgen. Eine kurze Strecke höher zeigt der Querschnitt 10 auf einer Kreisperipherie liegende Stränge und, der Oberseite genähert, einen Innenstrang, welcher den oberseitigen Strängen sein Xylem zuwendet und sich von einem der oberseitigen Stränge abgezweigt hat. Genau dasselbe Bild bietet der Querschnitt durch den Stiel des einzigen sterilen Blattes, welches ich zu sehen Gelegenheit hatte, aber der weiteren Untersuchung nicht opfern darf. Daraus folgt, dass die Abgabe der beiden oberseitigen Zweige noch innerhalb des Stammgewebes nicht mit dem Ursprung des fertilen Paares bei *Botrychium* verglichen werden darf, sondern die Abgabe der fertilen Stränge erst bei den weiteren Verästelungen und Drehungen der Stränge erfolgt, welche nach Auftreten des Innenstranges stattfinden, welche aber so komplizirt sind, dass sie hier nicht geschildert werden können, ja sich auch nicht im Aufriss darstellen lassen. Das wesentlichste Ergebniss ist folgendes: Der fertile Blatttheil entspringt an der Stelle, wo der sterile Theil sich in ein medianes und zwei seitliche Segmente theilt; jedes dieser vier Segmente erhält vier diagonal gestellte Stränge, von denen einzelne verschmolzen oder wieder gegabelt sein können. Die Stränge des fertilen Segmentes entstammen zum Theil den schon tief unten vorhandenen Strängen der Oberseite, zum Theil dem Innenstrang, welcher ausserdem für die lateralen und das mediane sterile Segment Stränge abgiebt.

Zieht man nun den Vergleich zwischen *Helminthostachys* und den beiden anderen Gattungen, so ergiebt sich im Strangverlauf eine entschieden grössere Aehnlichkeit mit *Botrychium*; das Fehlen eines jeden Medianstranges ist beiden gemeinsam; die diagonale Stellung der vier Stränge am Grunde des Blattstiels sowie der Rippen schliesst sich ganz enge an die seitliche Gegenüberstellung der beiden Stränge bei *Botrychium* an; auch fehlen in der Blattspreite (deren Nervatur dem „*Taeniopteris*-“Typus angehört), wie bei *Botrychium*, die Anastomosen; eine Eigenthümlichkeit der *Helminthostachys* ist dagegen der Innenstrag, sowie die centrische Anordnung der Stränge noch fast durch die ganzen Rippen.

Bezüglich der Gewebebildung sei nur kurz erwähnt, dass in dem Mangel jeglichen Sklerenchyms, in dem collateralen Bau der Stränge in Blatt und Stamm, in der Beschränkung einer deutlichen Endodermis auf die unterirdischen Theile, in dem Fehlen des Pallisadenparenchyms, sowie der oberflächlichen Strangendigungen, endlich auch in der ohne vorhergehende Theilung erfolgenden Korkbildung an Stamm und Wurzel vollständige Uebereinstimmung zwischen *Helminthostachys* und den beiden anderen Gattungen obwaltet.

Die auffallendste Eigenthümlichkeit von *Helminthostachys* ist der fertile Blatttheil, welcher äusserlich betrachtet, ringsum mit Sporangien dicht bedeckt ist; zwischen den letzteren erscheinen noch grüne Läppchen von häufig rosettenartiger Gruppirung. Querschnitte durch eine solche Aehre von mässigen oder geringen Dimensionen zeigen nun zunächst eine Vertheilung der Stränge in zwei seitliche Gruppen, innerhalb einer jeden mit centrischer Anordnung; von diesen beiden Seiten, es sind auch dem Ursprung des fertilen Segmentes nach dessen Flanken, entspringen fertile Aestchen, deren weiterer Bau vorläufig unberücksichtigt sei; diese Aestchen entspringen nur an ganz schmächtigen Aehren einzeln, meist zu zweien oder dreien nebeneinander, mehr oder minder weit miteinander verwachsen und divergiren gegen Ober- und Unterseite des fertilen Segmentes; das Gewebe dieser Flanken zwischen den Aestchen ist von dem der Ober- und Unterseite durch dickere Wände, grössere Festigkeit verschieden. Die erste Anlage dieser Aestchen konnte an dem für das nächste Jahr bestimmten Blatt untersucht werden. Dasselbe ist an der Basis der Spreite nach vorne übergebogen; die einzelnen sterilen Segmente decken sich ähnlich wie bei *Botrychium* und bedecken den fertilen Theil. Die sterilen Segmente bestehen nur aus den späteren Rippen; die Flanken, an welchen späterhin die mesophyllhaltigen Ausbreitungen ansetzen, zeigen meristematischen Charakter. Ganz ähnlich verhält sich die Aehre; die seitlichen Meristempartien, aus denen die Aestchen hervorgehen, lassen indess schon eine beginnende Theilung an ihrem Umriss erkennen. Somit entsprechen die Aestchen den von der Mittelrippe ausgehenden Nerven, liegen aber nicht wie diese in einer Ebene, sondern divergiren nach der Ober- und Unterseite und weichen dadurch von dem sonst gewohnten dorsiventralen Bau der Blatttheile ab. Auch an Querschnitten stärkerer Aehren, deren Stranganordnung etwas differirt, gewahrt man noch das eigenthümliche Gewebe der Flanken und es sind somit diese letzteren der einzige Ursprungsort der Aestchen.

Verräth schon die Anordnung der Aestchen wenigstens eine Annäherung zum centrischen Typus, so sind diese selbst vollständig multilateral gebaut. Die kürzeren Aestchen schmächtiger Aehren tragen häufig vier Sporangien, scheinbar einen Quirl bildend; über diesen breitet sich der von einem schwachen concentrischen Strang durchzogene Stiel in oft vier grüne, beiderseits mit Spaltöffnungen versehene Läppchen aus, in welche je ein Ast jenes Stranges eintritt. Es macht oft ganz den Eindruck, als gehörte immer ein Läppchen zu je einem Sporangium und könnte etwa ein Indusium vorstellen. An üppigeren Aesten überzeugt man sich aber, dass die Sache anders liegt; die Sporangien stehen hier allseitig mehrfach übereinander und erst über den letzten erfolgt die läppchenartige Ausbreitung des Stiels; solche Aestchen verzweigen sich auch bisweilen reichlich und zwar ebenfalls nach allen Seiten. Es ergiebt sich hieraus, dass jene Läppchen nichts anderes sind, als die steril bleibenden Spitzen der Aestchen; wo dieselben rosettenartig auftreten, erfolgt eben über den letzten Sporangien noch eine Verzweigung des Aestchens. Diese Deutung wird wesentlich unterstützt durch das Vorkommen verkümmerter Sporangien an diesen Lappen, ebenso wie an der sterilen Spitze der *Ophioglossum*-ähre oder den meist ganz unscheinbar gewordenen Astspitzen der *Botrychium*-Rispe. Bei allen drei genannten Gattungen bemerkte ich in solchen verkümmerten Sporangienanlagen hier und da noch eine grosse hypodermale Zelle, welche zweifellos als Archesporium zu betrachten ist. Der Vergleich der drei Gattungen bezüglich der Fruchtbildung gestaltet sich nunmehr folgendermassen. Bei *Ophioglossum* ist das fertile Segment ungetheilt (von monströsen Vorkommnissen abgesehen) und dorsiventral; die Sporangien stehen dichtgedrängt an den Flanken, etwas gegen die Oberseite convergirend; die zu den einzelnen Sporangien gehenden Stränge endigen zwischen denselben und zwar an der akroskopen Seite des zugehörigen Sporangiums; bei *Botrychium* ist das fertile Segment ähnlich dem sterilen verzweigt, dorsiventral; doch nähern sich die Stränge der centrischen Anordnung, die Sporangien stehen entfernt, an den Flanken der Zweige, deutlich nach der Oberseite convergirend; ihre Stränge endigen an deren Basis; bei *Helminthostachys* endlich ist das fertile Segment fast radiär; die Aestchen entspringen zwar an den etwas nach der Oberseite convergirenden Flanken, breiten sich aber durch Verzweigung beiderseits aus, tragen weitere Zweige und die Sporangien allseitig; letztere können bis zu ihrer Basis Stränge erhalten, entbehren jedoch meistens derselben.

Anschliessend an diese Resultate über *Helminthostachys* mag noch erwähnt sein, dass die Untersuchung des Strangverlaufs bei *Ophioglossum* zu einem genaueren Studium der Nervatur der sterilen Spreite führte. Deren Ergebniss ist die leichtere und sichere Unterscheidung der allerdings nahe verwandten Arten dieser Gattung. Diese systematische Bearbeitung der Gattung *Ophioglossum* ergab auch das Resultat, dass die natürliche Verwandtschaft ihrer Arten auf ein Verbreitungscentrum im tropischen Asien hinweist und es könnte, soweit nicht die allerdings zur Zeit höchst spärlichen paläontologischen Daten dagegen geltend gemacht werden könnten, die ganze Familie der *Ophioglosseen* der Umgebung des indischen Oceans entstammen, wo *Helminthostachys* ausschliesslich vorkommt, von wo die meisten *Ophioglossen* sich nach Afrika, Europa einerseits, Polynesien und Amerika andererseits, die *Botrychien* nur nordwärts und erst von dort aus weiter sich verbreitet hätten.

20. E. Hackel: Ueber das Vorkommen von Calamagrostis phragmitoides Hartm. in Deutschland.

Eingegangen am 26. März 1883.

Vor einiger Zeit erhielt ich von Dr. Christ in Basel ein schönes Exemplar einer undeterminirten *Calamagrostis*, gesammelt von Zabel am 21. August 1878 auf Wiesen am Frauholles Teich am Meissner in Niederhessen. Ich bestimmte dasselbe als *C. phragmitoides* Hartm., eine bisher nur aus Schweden, Norwegen und Nord-Russland bekannte Form. Allerdings ist mir das Artrecht derselben zweifelhaft, und glaube ich, dass sie zunächst mit *C. Halleriana* DC. und diese schliesslich mit *C. lanceolata* Rth. zu einer Art werde vereinigt werden müssen, da die unzweifelhaften Mittelformen ziemlich zahlreich und die Differenzen überhaupt nur gering sind. Immerhin bildet sie in diesem sehr polymorphen Formenkreise, in den auch *C. gracilescens* Blytt, *C. elata* Blytt etc. gehören, eine ziemlich gut charakterisirte Form, etwa eine Subspecies, deren geographische Verbreitung bisher nur ein geschlossenes Areal im Norden Europas aufwies. Die Auffindung derselben in Mitteldeutschland an einem Standorte, der durch das für frühere Zeiten wenigstens beglaubigte Vorkommen von *Dryas*, *Rubus Chamaemorus* L., und *Linnaea* für die glaciale Flora eine besondere Bedeutung besitzt, ist daher sehr bemerkenswerth.

Schliesslich bemerke ich noch, dass nach einer Bemerkung des Finders auch Professor Drude die fragliche Pflanze für eine nordische Art erklärt hatte. Schon früher erhielt ich von Herrn Pastor Bertram ein Exemplar derselben *Calamagrostis* vom Meissner (gesammelt 1866), welche er auch richtig als *C. phragmitoides* bestimmt hatte, das aber so jung war, dass ich die Bestimmung nicht mit Sicherheit kontrolliren konnte. Nach alledem muss diese Form den dortigen Floristen schon länger bekannt sein, obwohl eine Veröffentlichung über diesen Gegenstand meines Wissens bisher nicht erfolgt ist.

Sitzung vom 27. April 1883.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

A. Strähler, Fürstl. Pless'scher Oberförster in Theerkeute bei Wronke, Reg.-Bez. Posen.

H. Ross, stud. rer. nat., Berlin, Schlegelstr. 3, Quergeb. II Tr.

G. Krabbe, Dr. phil. in Berlin, botan. Institut.

Zum ausserordentlichen Mitgliede wird proklamirt:

Herr **Arthur Mülberger**, Dr. med. in Herrenalb (Württemberg).

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen:

Herr Apotheker **G. Luckenbach** in Berlin N., Philippstr. 13 pttr. (durch Frank und Tschirch).

Als ausserordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Dr. **Max Kuhn**, Oberlehrer in Berlin NW., Luisenplatz 8 (durch Ascherson und Garcke).

stud. rer. nat. **Köpert** in Berlin N., Invalidenstr. 124 (durch Tschirch und Zimmermann).

cand med. **H. Kurth** in Berlin N., Chausseestr. 117, III. (durch Tschirch und Zimmermann).

cand. phil. **Paul Richter** in Berlin, Haidestr. 53a, Hof III. (durch Pringsheim und Schwendener).

Mitglieder-Liste. (Fortsetzung). *)

Drude, Oscar, Prof., Dr., Director des Botan. Gartens in Dresden.

Ebeling, Ch., W., Dr. in Magdeburg.

***Golenz, J.**, Lehrer in Schönfeld p. Mühlbock.

Hallier, Ernst, Prof., Dr. in Jena.

Heldreich, Theodor von, Prof., Dr., Director des Botanischen Gartens in Athen.

---

*) Enthält alle diejenigen Mitglieder, welche im Monat April ihren Beitrag entrichtet haben. Berichtigungen fehlerhafter Adressen bittet man zu senden an Herrn Dr. A. Tschirch, Berlin N., Invalidenstr. 36.

Holtz, Ludwig, in Greifswald, Langestr. 55.
***Hübner**, Prediger in Grünhof vor Stettin.
Klebahn, H., stud. phil. in Jena, Eichplatz.
Lauche, W., Kgl. Garten-Inspector in Potsdam, Königl. Gärtner-Lehranstalt.
Leimbach, G., Prof. Dr. in Sondershausen.
Loew, E., Dr., Oberlehrer in Berlin SW., Grossbeerenstr. 1.
Meyer, Arthur, Dr., Assistent am pharmac. Institut der Universität in Strassburg i. E.
Muencke, Rob., Dr. in Berlin NW., Luisenstr. 58.
Münter, Prof., Dr. in Greifswald.
***Oder** in Berlin SW., Charlottenstr. 18.
Reinsch, P., F., in Erlangen.
Ross, H., stud. rer. nat. in Berlin N., Schlegelstr. 3.
Schenk, Prof., Dr., Hofrath in Leipzig.
***Scholz**, Lehrer a. d. Bürgerschule in Jauer.
Sinogowitz, E. in Charlottenburg, Leibnitzstr. 73.
Staub, Mor., Prof., Dr. in Budapest, VII. Tabakgasse.
Sterzel, J., T., Dr. in Chemnitz, Waisenstr. 1 c.
Strähler, Ad., Fürstl. Pless'scher Oberförster in Theerkeute, Post Wronke.
Thüme, Osmar, Oberlehrer in Dresden.
***Voss, W.**, Prof., Dr. in Laibach, Oesterreich.
Wigand, Prof., Dr. in Marburg.
Winter, F., Apothekenbesitzer in Gerolstein (Rheinpreussen).
Winter, Dr., Stabsarzt in Soest.
Wortmann, J., Dr. in Strassburg i. E., Botan. Institut.
Zopf, W., Dr., Privatdocent in Halle a/S., Jägerplatz 3.

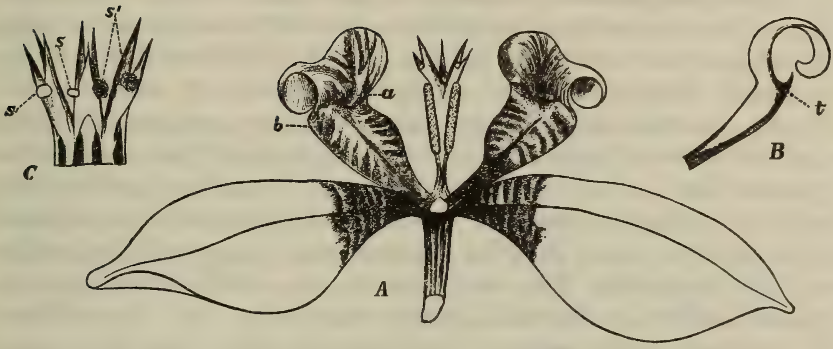
Mittheilungen.

21. Fritz Müller: Biologische Beobachtungen an Blumen Südbrasiliens.

Mitgetheilt von Hermann Müller aus Briefen des Autors.

Eingegangen am 3. April 1883.

I. Cypella Herb.



A. Blume, nat. Gr. — Das dem Beschauer zugewandte innere und das von ihm abgewandte äussere Blumenblatt ist abgeschnitten. B. Inneres Blumenblatt im Längsschnitt. C. Spitze der Griffel (2:1). s unbestäubte, s' bestäubte Narben.

Die prächtige hier zu besprechende *Iridee* ist auf der Insel St. Catharina und an vielen Orten des Itajahygebietes häufig. Bemerkenswerth ist sie nicht nur durch ihre im Vergleich mit unserer ihr nahverwandten *Iris Pseud-Acorus* vielfach abweichende Bestäubungseinrichtung und durch das eigenthümliche Verhalten gewisser unberufener Besucher an ihren Blüthen, sondern auch durch ihr absatzweises Blühen und durch die Art ihrer geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzung. Es scheint mir deshalb wohl am Platze, die Beobachtungen, welche mein Bruder im Verlaufe eines Jahrzehntes nebenbei an ihr gemacht und mir mitgetheilt hat, hier geordnet zusammenzustellen.

1. Die Bestäubungseinrichtung.

Die flach ausgebreiteten Blumenblätter sind schneeweiss, am Grunde braun gefleckt auf gelblichem Grunde, die inneren in ihrem unteren Theile braun gefleckt, der umgerollte Theil blau, Staubfäden braun, Blüthenstaub blass bläulich, Narben farblos. — Jedes Griffelblatt ist am Ende in 3 spitze Zipfel gespalten, zwei innere und einen äusseren; zwischen dem inneren und dem äusseren Zipfel springt jederseits ein kleines Blättchen vor, dessen obere Seite die Narbe ist. Die den Griffelblättern anliegenden Staubbeutel springen seitlich auf, so dass der offen gelegte Blüthenstaub zweier Staubbeutel dem zwischen ihnen liegenden inneren Blumenblatt zugekehrt ist. Die am Ende umgerollten inneren Blumenblätter haben unter diesem umgerollten Theile einen stumpfen Vorsprung (*a*) nach innen und darunter einen solchen (*b*) nach aussen, letzterer bildet eine von ersterem überdeckte Tasche (*t*). Die Gegend dieser Vorsprünge ist mit Haaren bedeckt, die Honig in kleinen Tröpfchen absondern.

Natürliche Kreuzungsvermittler dieser Blume wurden von meinem Bruder zum ersten Male am 13. September 1873 beobachtet; es waren Exemplare einer schwarzen *Xylocopa*-Art, die Frederick Smith vom britischen Museum mir als neu bezeichnete und *X. artifex* nannte. Diese, oberflächlich betrachtet, hummelähnlich aussehende Holzbiene von 18—28 *mm* Länge fliegt auf den umgebogenen Rand der inneren Blumenblätter auf und kriecht der Mitte der Blume zu, um den Honig aus der Tasche zu verzehren. Durch das Gewicht der schweren Biene wird dabei der obere Theil des Blumenblattes stark nach innen gebogen und der Rücken der Biene streift nun an den diesem Blumenblatt zugewandten Hälften der benachbarten Staubbeutel hin. Beim Besuch der nächsten Blüthe wird ein rundliches Häufchen von Blüthenstaub auf den dem betreffenden Blumenblatt zugekehrten Narben zweier Griffelblätter abgesetzt. Mehrere der am 13. September 1873 mit dem Besuche dieser *Iridee* eifrig beschäftigte *Xylocopa* hatten einen breiten weissen Pollenstreifen auf dem Rücken. So lange mein Bruder ihnen zusah, flog keine von einem Blumenblatt auf ein anderes derselben Blüthe, sondern immer auf eine andere Blüthe. Auch eine blaugeflügelte schwarze Hummel, *Bombus violaceus L.*, ist nach späteren Beobachtungen meines Bruders ein häufiger Besucher derselben Blume; auch sie verfährt in der beschriebenen Weise. Ganz anders ist dagegen

2. Das Verhalten gewisser unberufener Besucher.

Am 20. August 1882 schrieb mein Bruder von derselben *Cypella*-art: „Mit dem 30. Juli hat die Blüthezeit dieser Art begonnen;¹) heute

---

1) Zwei ausser der Zeit blühende Blüthenstengel derselben *Cypella*-Art hatten erst am 16. Juni aufgehört zu blühen.

entfaltet sie zum ersten Male ihre volle blendende Pracht; 233 Blumen erschlossen sich am Saume des Weges in meinem Garten; wo dieselben dicht beisammen standen, war das Weiss der grossen Blumen im buchstäblichen Sinne blendend, den Augen wehe thuend. — Als ich gegen 8 Uhr ging, die Blumen zu zählen, fand ich bei denselben eine ziemliche Zahl Arapuá (*Tr. ruficrus.*)[1]) Es war merkwürdig, wie ungeschickt sie sich in dieser, wie Delpino sagen würde, nicht für sie prädestinirten Blume benahmen. Zunächst fiel mir ihr langes schwankendes Schweben auf; ob welche weggeflogen, ohne sich überhaupt zu setzen, wie es mir schien, kann ich nicht bestimmt sagen. Alle landeten am seitlichen Rande des zurückgerollten Blumenblattes. Die erste, die ich ins Auge fasste, ging nun langsam suchend auf diesem Blumenblatt umher, öfter mit dem Munde auf einer oder der andern der auf blauem Grunde gezeichneten weissen Linien hinfahrend; sie lugte auch wiederholt in die durch das Einrollen des Blattes gebildete Röhre und flog endlich ohne Ausbeute weiter; ich folgte ihr auf sechs Blumen, wo sie sich ebenso benahm und verlor sie dann aus den Augen. — Wie ihr ging es der grossen Mehrzahl. — Einige aber waren glücklich in der Mitte des Blumenblattes abwärts gehend über den hier vorspringenden Wulst zu den von diesen überdeckten honigabsondernden Haaren gelangt und saugten nun sehr emsig und anhaltend. Da sie mit den Fühlern an die vor ihnen befindlichen Honighaare stiessen und sie so besudelten, standen sie öfter stille, um sich mit den Vorderbeinen zu putzen. — Andere hatten den blassblaulichen wenig in die Augen fallenden Blüthenstaub entdeckt und mit den 4 hinteren Beinen an dem vorspringenden Wulst des Blumenblattes sich haltend, kratzten sie mühsam mit den weit vorgestreckten Vorderbeinen einige Körnchen los — zwei oder drei erfassten von demselben Standpunkte aus die Spitze des Griffels und kletterten zu demselben hinüber, um nun eine reiche Last von Blüthenstaub mühelos zu sammeln. —

Gegen 11 Uhr war die Zahl der Arapuás etwa dieselbe wie am Morgen; das reiche Blumenfeld musste also wenig Beifall gefunden haben, sonst würde jetzt eine ganze Wolke von Arapuás es umschwärmt haben (wie sich z. B. eine ganze Wolke von Cagafogos[2]) an einer eben in Blüthen stehenden *Butiá*-Palme sammelt). Viele betrugen sich noch ebenso wie am Morgen; andere aber wussten jetzt, was sie wollten und flogen ohne Zögern auf die Mitte des Blumenblattes, um sofort entweder zum Honig vorzudringen oder auf den Griffel hinüber zu klettern und Blüthenstaub zu sammeln. — Nur zwei sah ich diesen mühsameren Weg zum Blüthenstaub sich dadurch ersparen, dass sie

---

1) *Trigona ruficrus* Latr., eine der dort häufigsten stachellosen Honigbienen, wenig grösser als unsere Stubenfliege.

2) *Trigona cagafogo* H Müll. Nature Vol. X. p. 31. May 14, 1874.

sofort an die dem Griffel anliegenden Staubbeutel anflogen und eine einzige vom Boden der Blume aus zum Honig vordringen. — Hummeln, die legitimen Bestäuber der Blumen, waren heute nicht da, sondern ausser den Arapuás nur, in wenigen Stücken, ein blüthenstaubfressender Käfer. — Die Staubbeutel waren an sehr vielen Blumen von den Arapuás geplündert, aber nur sehr wenige Narben und diese meist nur dürftig, mit Blüthenstaub belegt worden. —

Beachtenswerth scheint mir hierbei erstens, wie ungeschickt eine der höher stehenden Bienen sich an einer Blume benahm, die ihr reichlich und leicht zugänglich Honig und Blüthenstaub bietet, zweitens, wie merkliche Fortschritte sie in deren Ausbeutung im Laufe weniger Stunden machte; drittens die unscheinbarere Farbe des Blüthenstaubes scheint auch hier[1]) als Schutz gegen unberufene Gäste zu dienen; hätte er seine gewöhnliche gelbe Farbe, so würde kaum eine Arapuá gezögert haben, ihm sofort zuzufliegen."

Ausserdem scheint mir die vorstehende Beobachtung meines Bruders ein guter Beleg dafür zu sein, dass durch den Zudrang unberufener Gäste der Besuch der eigentlichen Kreuzungsvermittler beschränkt wird.

3. Das absatzweise Blühen.

Dieselbe *Cypella* hat noch eine andere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, die sie nach meines Bruders Beobachtung noch mit mehreren dortigen Eintagsblumen[2]) theilt, für die aber aus der deutschen Flora meines Wissens kein Beispiel bekannt ist. Die Blüthen erscheinen nämlich derart absatzweise, dass an einem Tage Hunderte sich entfalten und dann viele Tage, selbst mehrere Wochen, die Pflanze ganz blüthenlos dasteht oder höchstens eine oder die andere vereinzelte Blüthe sich entfaltet. So blühten z. B. 1877 in meines Bruders Garten am 24./11.: über 40 Blumen; 25./11.: 1 Blume; 28./11.: 5; 3./12: 4; 4./12.: 5; 5./12: 47; 12./12.: 4; 13./12. über 40; 14./12: 15; 15./12: 33; 18./12.: 3; 20./12: 3; 21./12.: 1; 22./12.: 19; 24./12: 4; 26./12: 15; 30./12.: 369! 31./12.: 4.[3])

Im vorigen Jahre (1882) hatte nun mein Bruder ausser der bisher besprochenen noch eine andere grössere *Cypella*-Art in seinem Garten, die zu blühen begann, als die Blüthezeit der ersteren bereits

---

1) Wie bei *Heeria* (Bot. Jahresber. 1880. I. Abth. S. 141) und einigen anderen Blumen.

2) z. B. bei einer baumartigen *Cordia*, die auf mehrere stachellose Honigbienen eine besondere Anziehung ausübt. Ein Baum derselben hatte im Garten meines Bruders im Jahre 1874 seine Hauptblüthentage am 11., 17. und 21. Januar; weniger voll blühte er dann noch am 23., 26., 30. und 31.

3) Diese Angaben sind noch eingehender bereits in meiner Arbeit „Die Wechselbeziehungen zwischen den Blumen etc." in Trewendt's Encyclopädie Bot. Bd. I. S. 41 mitgetheilt und hier nur des Zusammenhangs wegen kurz wiederholt.

fast ganz vorbei war. Doch trieb die kleinere Art nach ihrer eigentlichen Blüthezeit noch 2 Blüthenstengel, während gleichzeitig die erstere deren 11 hatte. So bot sich meinem Bruder die willkommene Gelegenheit, beide Arten zu kreuzen[1]), zugleich aber auch die Blüthentage beider zu vergleichen.

Es blühten 1882

am	21.	30.	3.	8.	16.	20.	29.	30.	9.	19.	30.	3.	7.	8.	16.
	März		April						Mai			Juni			
Blumen der grossen *Cypella*	13	15	5	38	—	29	16	19	17	32	21	2	—	35	2
Blumen der kleinen *Cypella*	3	5	—	4	4	—	4	—	—	4	—	—	1	—	3

an den dazwischen liegenden Tagen keine einzige Blume! Die Blüthentage waren bald warm und sonnig, bald Regentage und 2 Mal waren sie so kalt, dass die Blumen sich gar nicht ordentlich öffneten, sondern ungeöffnet verwelkten. Man müsste gleichzeitig genaue Wetterbeobachtungen machen, um diesem so überraschenden Zusammenfallen der Blüthetage der beiden sehr verschiedenen *Cypella*arten auf den Grund zu kommen.

4. Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung.

Im unteren Flussgebiete des Itajahy bringt die kleinere *Cypella* so gut wie niemals Früchte. Mein Bruder hatte seit etwa 20 Jahren darauf geachtet; auf der Insel St. Catharina hatte er nie eine Frucht gesehen; ein einziges Mal sah er einige Früchte an einer Pflanze in seinem Garten, ein zweites Mal etwa 40 *km* von da flussabwärts. Die Pflanzen vermehren sich dadurch, dass am Ende der sich niederlegenden Stengel junge Pflanzen sich entwickeln. Eine gute Tagereise weiter oben am Fluss bringt *Cypella* reichlich Frucht. Mein Bruder war dadurch schon längst zu der Vermuthung geführt worden, dass diese *Cypella* selbststeril sei und dass alle Pflanzen des unteren Itajahygebietes Theilstücke eines einzigen Stockes seien. Diese Vermuthung fand im Jahre 1877 ihre Bestätigung durch den Versuch. „Ich hatte im März,“ schreibt mein Bruder am 8. December 1877, „Pflanzen von oben mitgebracht und habe diese nun mit hiesigen gekreuzt; sowohl die fremden Pflanzen mit hiesigem Blüthenstaub als die hiesige mit fremdem haben Frucht angesetzt. Gleichzeitige Bestäubung hiesiger Pflanzen mit hiesigem Blüthenstaub blieb erfolglos. Es sind also wohl alle hiesigen Pflanzen geschlechtslos entstandene Nachkommen einer einzigen Mutterpflanze, die einmal aus ihrer eigentlichen Heimath am oberen Flusse hierher verschlagen worden ist.“

---

1) Die kleine Art ist völlig selbststeril, die grosse fruchtbar mit eigenem Blüthenstaub.

22. T. F. Hanausek: Ueber eine neue Form der Rosa collina Jacq.

Eingegangen am 5. April 1883.

Als nächst verwandte Form der *Rosa collina* Jacq. wird *Rosa corymbifera* Borkh. ap. Déségl. angegeben. Als Abänderung der letzteren bezeichnet J. B. Keller in den Nachträgen zur Flora von Niederösterreich von Halacsy und Braun *Rosa catarractarum* Borbás[1]) und bringt unter diese eine von J. Kerner und mir beobachtete, ursprünglich als *R. Déséglisii Boreau* bezeichnete Form unter, die wohl mit *R. catarractarum* viele Merkmale gemein hat, sich aber durch einige wesentliche, sowohl von *R. catarractarum*, als auch von *R. Déséglisii* und *corymbifera* gut unterscheiden lässt. Zum mindesten kann diese neue Form als gleichwerthig mit *R. catarractarum* angesehen werden und wie diese eine Sonderstellung beanspruchen. Der einzige, bis jetzt bekannte Fundort ist Oberbergern bei Mautern in Nieder-Oesterreich, wo sie in wenigen, von den in der Nähe befindlichen Sträuchern anderer *Caninen* schon habituell auffällig sich unterscheidenden Exemplaren vorkommt. In Ermangelung einer besseren Bezeichnung möge sie einstweilen *Rosa collina forma Oberbergensis* genannt werden.

Hier folgt eine kurze Beschreibung, die die Aufstellung dieser neuen Form rechtfertigt. Mässig grosser, lockerästiger Strauch, Zweige theils aufrecht, theils ausgebreitet; Stacheln gleichförmig, plattgedrückt mit grosser Basis, lang, fein zugespitzt, stark hackig bis sichelförmig, abwärtsgekrümmt, hellgelbbraun. Blattstiele sehr lang, mit wenigen, feinen, hackig gekrümmten, gelblichen oder röthlichen Stacheln besetzt (wie *R. collina* Jacq.), dichtflaumig. Blättchen 5—7, an den Blüthenzweigen mitunter zu 3, sitzend, gross, breit elliptisch spitz oder fast rundlich, am Grunde immer abgerundet, das Endblättchen grösser; oberseits dunkelgrün, mit zerstreuten feinen Härchen bedeckt (Blättchen von *R. catarractarum* B. sind oberseits kahl) unterseits blasser, graulich, auf den Rippen stärker, auf der Lamina schwächer weissbehaart, beide Blattflächen zur Fruchtzeit fast kahl werdend; Sägezähne einfach, aus breiter Basis geschwungen zugespitzt, mit häufig divergirenden Haarspitzen versehen. Länge der Blättchen 30 bis 45 *mm*, Breite 20—30 *mm*. Blüthenstand theils zusammengesetzt corymbos, theils nur dreiblüthig. Nebenblätter und die grossen Deckblätter am Rande gewimpert und drüsig. Blüthenstiel verschieden lang, mit

---

1) Nachträge etc. p. 262.

starken Stieldrüsen ziemlich dicht besetzt; Receptakel eiförmig, stets an der Basis mit gelblichen Stieldrüsen ziemlich dicht besetzt, im übrigen kahl. Kelchzipfel lang, schmal gesägt, vorne lanzettlich verbreitert, auf der Innenseite und an den Rändern flaumhaarig und ziemlich stark drüsig, herabgeschlagen. Blüthenblätter rosabis fleischfarbig, breit herzförmig oder fast dreieckig, 20—25 *mm* lang 25—30 *mm* breit, Blüthen daher ziemlich gross und auffällig. Antheren und Griffel wie bei *Rosa collina* Jacq. Scheinfrucht eiförmig bis eikugelig, an der Basis mit wenigen langen Stieldrüsen besetzt, lebhaft glänzend, orangeroth, spät reifend. Eine stattliche, prächtige Form. — Von *R. corymbifera* Borkh. ap. Déségl. unterscheidet sich *R. Oberbergensis* durch die stieldrüsigen Blüthenstiele und die am Grunde abgerundeten Blättchen, von *R. catarractarum* Borbás durch den Habitus, die beiderseits behaarten Blättchen, durch die breiten mit divergirenden Haarspitzen versehenen Sägezähne der Blättchen, von *R. Déséglisii* Boreau durch „schwächere Behaarung, breite Stipula, drüsige Kelchzipfel, durch die etwas bestachelten Blattstiele und die grossen eiförmigen Scheinfrüchte.“ (Keller.)

---

23. A. Tschirch: Untersuchungen über das Chlorophyll.

(III.)

(Schluss.)

Eingegangen am 14. April 1883.

Der Umstand, dass alle Chlorophylllösungen, selbst die aus den Pflanzen, welche einen fast ganz neutralen Zellsaft besitzen, dargestellten sich nach und nach unter Chlorophyllanbildung zersetzen, veranlasste mich die Versuche mit alkalischen Chlorophylllösungen wieder aufzunehmen.

In der That zeigen alkalische Chlorophylllösungen niemals Hypochlorinabscheidungen. Andererseits aber kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die Zersetzung in einer anderen Richtung vor sich gegangen ist, die Veränderungen des Spectrums von Chlorophylllösungen bei Zusatz von Alkalien sind bereits mehrfach Gegenstand von Untersuchungen gewesen[1]). Chautard[2]) fand, dass bei demselben eine Spaltung des Streifens im Roth, den er passend bande spécifique nennt[3]), eintritt. Ich kann diese Spaltung für eine grosse Anzahl von Fällen bestätigen, bisweilen sah ich sie jedoch nicht auftreten ohne den Grund dafür auffinden zu können. Auch den von Chautard (a. a. O.) „bande accidentelle“ genannten schmalen Streifen im Roth habe ich bei Kalieinwirkung auftreten sehen. Neben dieser Spaltung des Streifens im Roth ist aber besonders die starke Verschiebung aller Streifen gegen blau, das Verblassen von Streifen II und IV und das fast völlige Verschwinden von III bemerkenswerth. Dies Verblassen der mittleren Streifen (bandes surnuméraires) ist sowohl für alle alkalischen Lösungen des Chlorophylls, als für die Lösungen der Chlorophyllansäure-Alkalien[4]) charakteristisch. Trotzdem die alkalischen Chlorophylllösungen dieselbe prachtvoll smaragdgrüne Farbe und dieselbe blutrothe Fluoreszenz besitzen, wie die auf gewöhnlichem Wege dargestellten, so lässt sich doch schon aus diesen spektroskopischen Aenderungen eine chemische Veränderung des Chlorophylls erschliessen. Dieselbe scheint in der Weise vor sich gegangen zu sein, dass das Kalisalz einer neuen Säure, die ich Chlorophyllinsäure nennen will, entstanden ist, (diesen Körper nennt C. Kraus Chlorinkali[5])). Denn wenn man diese alkalischen Lösungen mit Bariumchlorid füllt, so erhält man einen prachtvoll grünen Niederschlag, der in Alcohol gelöst dasselbe Spectrum zeigt als die ursprüngliche alkalische Kalisalzlösung. Es ist also offenbar das Barytsalz der Chlorophyllinsäure entstanden. Eine alkoholische Lösung dieses Barytsalzes (dargestellt aus Graschlorophyll) zeigte bei mittlerer Dicke der Schicht folgendes Spectrum:

Band I von $\lambda = 67$ bis $\lambda = 62$, dunkel, gegen Roth scharf begrenzt,
„ II „ $\lambda = 60$ „ $\lambda = 58$, mit I durch einen Schatten verbunden,
„ III „ $\lambda = 56$ „ $\lambda = 55$, sehr matt,
„ IV „ $\lambda = 54$ „ $\lambda = 52$, mit der Endabsorption durch einen Schatten verbunden,
„ V „ $\lambda = 51$ bis zum Ende.

---

[1] Fremy, Recherches chimiques sur la matière verte des feuilles. Compt. rend. 61 (1865) 2, p. 189. Chautard, Modifications du spectre de la chlorophylle sous l'influence des alkalis, Compt. rend. 76, p. 570 u. and.

[2] a. a. O. p. 570.

[3] Classification des bandes d'absorption de la chlorophylle etc. Compt. rend. 76 (1873) p. 1273.

[4] Hoppe-Seyler, Ueber das Chlorophyll der Pflanzen. Zeitschr. für phys. Chem. V, p. 75.

[5] Flora 1875, p. 157. Auf die Ansichten dieses Forschers komme ich später eingehender zurück.

Band I erscheint in dünnen Schichten gespalten, die beiden Streifen liegen alsdann:

Band Ia von $\lambda = 56$ bis $\lambda = 55$,
„ Ib „ $\lambda = 54$ „ $\lambda = 53$.

Die Lösungen des chlorophyllinsauren Kalis kann man auf verschiedene Weise darstellen. Entweder zieht man die Blätter mit kalihaltigem Alkohol aus, dampft ein, nimmt abwechselnd mit Alkohol und Wasser auf und schüttelt die wässrige Lösung mit Aether in dem nun (ebenso wie in Benzin) das Chlorophyll völlig unlöslich geworden ist, — oder man zieht die Blätter direkt mit kalihaltigem Wasser, in dem das Chlorophyll völlig löslich ist, aus[1]), dampft die Lösung auf ein Drittel des Volumens ein, schüttelt mit Aether und dampft bis nahe zur Trockne. Dabei scheiden sich dunkelgrüne Massen aus, die, in Wasser völlig löslich, an Alkohol nur den Farbstoff und etwas überschüssiges Kali abgeben. Im braunen flüssigen Rückstand sind die anderen Verunreinigungen neben Kalicarbonat enthalten.

Diese alkalische Lösung des chlorophyllinsauren Kalis, die ihrem ganzen Verhalten nach mit den ursprünglichen wässrigen alkalischen Auszügen völlig übereinstimmt, kann direkt mit Baryt gefällt werden.

Die Lösung des chlorophyllinsauren Kalis in Alkohol und Wasser, in denen es sich in jedem Verhältniss löst, sieht äusserlich ganz wie eine normale Chlorophylllösung aus. Sie ist dunkelsmaragdgrün und fluoreszirt stark. Bestimmt man die Art des Fluorenszenzlichtes, so ergiebt sich, dass es gleichfalls aus fast homogenem Roth besteht. Dagegen erscheint das rothe Band ebenso wie das Absorptionsband, im Vergleich zur normalen Chlorophylllösung, gegen blau verschoben. Es erstreckt sich von $\lambda = 62$ bis $\lambda = 67$, auch ist der gegen das Roth zu liegende Streifen der hellere. Das Lichtminimum liegt zwischen $\lambda = 65$ und $\lambda = 66$.

Sowohl diese Lösung wie die des Barytsalzes lassen sich durch Aether-Salzsäure leicht zersetzen. Man erhält alsdann im Aether die Oxydationsprodukte der freien Säuren (die reinen Säuren sind auf diesem Wege nicht darzustellen), die, was die Lage der Streifen betrifft, im Allgemeinen mit den Chlorophyllanlösungen übereinstimmen[2]), jedoch die sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit zeigen, dass, wie in den Kali- bez. Barytsalzlösungen die mittleren Bänder II—IV nur matt resp. gar nicht erscheinen, so auch hier die Bänder viel schwächer, sowohl was ihre Breite als Absorptionsgrösse betrifft, entwickelt erscheinen — ein neuer Beweis, dass wir es bei der Verseifung mittelst Kalilauge mit einer Zersetzung des Chlorophylls zu thun haben.

---

[1]) Beim Studium der Literatur, gelegentlich der Zusammenstellung der Resultate fand ich, dass die Löslichkeit des Chlorophylls in verdünnter Kalilauge schon Chautard (Compt. rend. 76, p. 570) bekannt war. Auch Fremy erwähnt (Compt. rend. 84, p. 984), dass er durch Guillemare und Lecourt mit der Löslichkeit des Chl. in kaustischem Natron bekannt geworden sei.

[2]) Von allen Bändern am veränderlichsten in seiner Lage ist Band IV. Ich fand es bei verschiedenen Körpern der Chlorophyllgruppe liegend bei

$\lambda = 53$ bis $\lambda = 54{,}5$, $\lambda = 52$ bis $\lambda = 53{,}5$,
$\lambda = 53{,}5$ „ $\lambda = 55$, $\lambda = 53{,}5$ „ $\lambda = 55{,}5$,
$\lambda = 52{,}5$ „ $\lambda = 54{,}5$, $\lambda = 51{,}5$ „ $\lambda = 53{,}5$.

Das Produkt, welches man, wenn man das aus Kaligraschlorophyll dargestellte Barytsalz mit Salzsäure-Aether behandelt, im Aether gelöst erhält, zeigt bei mittlerer Dicke der Schicht folgendes Spectrum:

Band I von $\lambda = 67$ bis $\lambda = 62$, dunkel, gegen gelb abschattirt,
„ II „ $\lambda = 61$ „ $\gamma = 59$, mit I durch einen Schatten verbunden,
„ III „ $\lambda = 56{,}5$ „ $\lambda = 55$, sehr matt,
„ IVa „ $\lambda = 54$ „ $\lambda = 52$,
„ IVb „ $\lambda = 51{,}3$ „ $\lambda = 49$, dunkel, durch einen Schatten mit der Endabsorption verbunden,
„ V „ $\lambda = 47{,}5$ bis zum Ende continuirliche Endabsorption.

Band I erscheint in dünneren Schichten doppelt. Die Skala der Helligkeit der Bänder ist hier:

I, V, IVb, II, IVa, III.

Dass wir es auch hier ebensowenig wie bei dem Chlorophyllan mit einer freien Säure zu thun haben, geht daraus hervor, dass es nicht gelingt, durch Zusatz von Alkalien die ursprüngliche grüne Lösung wieder zu erzeugen, man erhält vielmehr andere Salze, die in die Chlorophyllangruppe gehören.1) Auf diese Derivate komme ich später eingehender zurück. Hier bemerke ich nur, dass sie leicht zersetzlich sind und ihre Spectren sich oft schon nach kurzer Zeit ändern. Ihre Lösungen sind grün, olivenfarben oder braun und fluoresziren stark; auch lösen sie sich in Salzsäure mit blauer Farbe, geben aber beim Verdünnen mit Wasser oder Eindampfen der salzsauren Lösung andere Derivate wie die Phyllocyaninlösungen. Auch bei diesen Derivaten sind die mittleren Streifen matter als bei dem Spectrum des Chlorophyllans. Zu ihnen müssen wir auch das von Kromeyer2) untersuchte Phyllocyanin rechnen.

Dass aus dem Chlorophyllmoleküle beim Behandeln mit Kalilauge ein Körper abgespalten wird, zeigt auch die Ausschüttelung der wässrigen chlorophyllinsauren Kalilösung mittelst Aether: derselbe wird intensiv gelb gefärbt. Dieser gelbe Körper, der bisweilen in rhombischen Täfelchen krystallisirt, ein sehr hohes Färbevermögen und einen

---

1) Sie besitzen Streifen IVb.

2) Zerlegung des Chlorophylls in einen blauen und einen gelben Farbstoff in Archiv der Pharmac. CLV. Bd., p. 164 u. flgd.

intensiven an Crocus erinnernden Geruch besitzt, zeigt seine Zugehörigkeit zur Chlorophyllgruppe durch einen Doppelstreifen im Roth; es liegt:

Band Ia von $\lambda = 66{,}5$ bis $\lambda = 65$,
„ Ib „ $\lambda = 63{,}5$ „ $\lambda = 62$.

Dieser Doppelstreifen tritt in dicken Schichten deutlich hervor.

Versetzt man die G. Kraus'sche Benzinlösung des Chlorophylls[1]) (Kyanophyll G. Kraus) mit Natrium, wie Sachsse[2]) that, so erhält man mit der Zeit einen schönen grünen Niederschlag, der sich ebenfalls nur in Wasser und Alkohol, nicht in Benzin, löst. Es ist dies das Natriumsalz der Chlorophyllinsäure, welches sich mittelst Kupferverbindungen leicht in das Kupfersalz überführen lässt. Diese Salze zeigen deutlich die oben angegebenen Kriterien der chlorophyllinsauren Salze: Verschiebung der Streifen gegen blau, Verblassen der mittleren Streifen und Abwesenheit von IVb. Dass wir es thatsächlich hier mit Salzen zu thun haben, scheint mir mit Sicherheit aus der Unmöglichkeit, den Aschengehalt durch wiederholtes Auflösen weder zu entfernen, noch überhaupt herabzudrücken[3]), hervorzugehen. Ich bin der Ansicht, dass die so entstehenden Verbindungen mit denen identisch sind, die ich durch direktes Ausziehen chlorophyllhaltiger Organe mit verdünnter Kalilauge erhielt, d. h. dass es chlorophyllinsaure Salze sind. Das über dem Niederschlage stehende Benzin ist goldgelb gefärbt und besitzt ausser den drei Streifen im Blau deutlich den Chlorophyllstreifen im Roth. Auch hier ist also bei der Behandlung mit Natrium ein gelber Körper abgespalten worden.

Verwendet man zur Zersetzung des Chlorophylls statt Kali oder Natron Barythydrat, wie Fremy[4]) es that, so spaltet sich gleichfalls ein gelber in Alkohol löslicher Körper ab[5]) und ein in Alkohol, Wasser und Benzin unlösliches Barytsalz bleibt zurück, welches mit Salzsäure-Aether zersetzt eine blaugrüne Säure, die sich leicht mit Basen zu Salzen verbindet, abspaltet, und die ihrem spektroskopischen Verhalten nach ebenfalls in die Chlorophyllangruppe gehört, für die ich oben das Vorhandensein von Streifen IVb als charakteristisch angab.

Ob die in den drei oben angeführten Fällen gebildeten gelben Körper identisch oder nahe verwandt sind, kann ich noch nicht entscheiden, ersteres erscheint mir nicht wahrscheinlich. Ich werde sie, um nicht noch mehr Namen einzuführen, Xanthophylle nennen.[1])

---

[1] Zur Kenntniss der Chlorophyllfarbstoffe und ihrer Verwandten. p. 93.

[2] Phytochemische Untersuchungen. I. Leipzig 1880, p. 4.

[3] Vergl. auch Sachsse a. a. O. p. 16 u. flgd.

[4] Compt. rend. 84, 2 (1877) p. 985 und 61, 2 (1865) p. 190.

[5] Dieser Körper ist nicht mit dem durch Salzsäure entstehenden Phylloxanthin Fremy's (Compt. rend. 50 (1860) p. 405), wie letzterer Forscher meint, identisch. Auch durchaus von dem durch schwachen (62°) Alcohol aus Chlorophyllextracten ausziehbaren gelbgrünen Körper, (Fremy, Compt. rend. 84 (1877) p. 985) verschieden, wie schon die spektroskopische Prüfung lehrt.

Dass wir es hier thatsächlich mit Zersetzungsprodukten des Chlorophylls selbst zu thun haben, ist ausser Zweifel, da in allen Fällen die das Chlorophyll normal begleitenden gelben Farbstoffe (Xanthophyll G. Kraus) theils durch Ausfällen des Chlorophylls nach der weiter unten zu beschreibenden Methode, theils durch die Kraus'sche Benzintrennungsmethode entfernt wurden. Denn es ist zweifellos, dass gelbe Farbstoffe von geringerer Löslichkeit in Alkohol das Chlorophyll normal begleiten und mechanisch damit im Korn gemengt sind. Es geht dies schon sowohl aus dem Fundamentalversuch von N. I. C. Müller, der eine Chlorophylllösung verdampfte und am Rückstand über dem grünen einen gelben Rand beobachtete, wie der G. Kraus'schen Benzinscheidungsmethode mit Sicherheit hervor.[2]) Man kann sie aber doch ebensowenig wie die anderen, das Chlorophyll begleitenden Substanzen als Chlorophyllbestandtheile auffassen. Diese gelben Farbstoffe besitzen meist noch alle Criterien[3]), die sie als zur Chlorophyllgruppe gehörig erkennen lassen.

Im vorigen Sommer haben mir eine Anzahl von Spectralbeobachtungen gezeigt, dass auch die gelben und rothen Farbstoffe vieler Blumenblätter und Fruchtschalen, ja selbst unterirdischer Organe in nahen Beziehungen zum Chlorophyll stehen müssen. Für die ersteren hat Pringsheim[4]) dies bereits als wahrscheinlich hingestellt und eine Anzahl von Pflanzen namhaft gemacht, deren Blüthenblätter mit Alkohol extrahirt in dicken Schichten deutlich den Chlorophyllstreifen im Roth (bande specifique) zeigen. Dass genetische Beziehungen zwischen den Farbstoffen und dem Chlorophyll bestehen müssen, zeigt ja auch die Entwicklungsgeschichte vieler dieser Farbstoffkörper, die direkt aus den Chlorophyllkörnern entstehen.

Die spektralanalytischen Beobachtungen dieser gelben Farbstoffe, die Pringsheim angestellt hat, kann ich bestätigen. Von gelben Blüthenfarbstoffen, die in alkoholischer Lösung den specifischen Streifen im Roth und auch mehr oder weniger deutlich die anderen zeigten, erwähne ich hier noch (ausser den schon von Pringsheim untersuchten) *Mimulus luteus*, *Crepis* spec., *Tagetes patula* und *erecta Helianthus annuus*, *Calendula officinal.*, wie überhaupt viele *Compositen*, ferner *Sinapis* und *Crocus* (Narben).

---

[1]) Es dürfte sich überhaupt empfehlen mit der Einführung neuer Namen so lange zu warten bis die zu benennenden Körper genau studirt und als Individuen erkannt sind.

[2]) Auch Pringsheim ist geneigt anzunehmen, dass gelbe Farbstoffe das Chlorophyll normal begleiten (Ueber die Absorptionsspektren der Chlorophyllfarbstoffe, Sitzungsber. d. Berliner Akad. Oktober 1874, p. 31.).

[3]) Unter solchen Criterien verstehe ich hier wie später das Vorhandensein des Chlorophyllstreifens im Roth und deutliche Fluorescenz.

[4]) a. a. O. p. 11 u. flgd.

Von rothen Blüthenfarbstoffen fand ich den Chlorophyllstreifen bei *Cereus speciosissim.*, *Potentilla* spec., *Pelargonium zonale*, *Camelia japonica*, *Rubus* spec., *Ribes alpin.*, *Papaver Rhoeas*, *Physalis Allkekengi* (Arillus) und *Begonia manicata*, ferner bei Farbstofflösungen aus den Fruchtschalen von *Capsicum annuum* und den dunkelblauen Beeren von *Atropa Belladonna*.

Aber nicht nur oberirdische Organe enthalten Farbstoffe der Chlorophyllgruppe, sondern auch in unterirdischen findet man auffallenderweise dergleichen. So enthalten z. B. die Radieschen in ihrer Schale einen solchen Farbstoff, der neben zwei Streifen im Gelb und Grün deutlich den Chlorophyllstreifen bei *C* zeigt. Noch näher dem Chlorophyll steht der schön krystallisirende Farbstoff der Mohrrüben, das Daucin.

Am auffallendsten jedoch ist es, dass auch die Lösung des blaugrünen Farbstoffes des grünfaulen Holzes den Chlorophyllstreifen zeigt. Schon ganz dünne Schichten lassen keinen Zweifel über das Vorhandensein von Streifen I und II (des Chlorophylls). Dieser Farbstoff, welcher bekanntlich den Namen Xylindein (Xylochlorsäure)[1]) trägt, löst sich leicht in Chloroform, nicht in Alcohol.

Es versteht sich wohl von selbst, dass bei Herstellung der Lösungen aller dieser Farbstoffe auf das sorgfältigste verfahren wurde und dass keine Spur eines auch nur ganz mattgrün gefärbten Blättchens in die Lösung kam.

Eine merkwürdige Uebereinstimmung besitzt der gelbe Farbstoff der Wurzeln von *Daucus Carota* mit dem gelben Farbstoffe, den ich durch Ausschütteln der alkalisch-wässrigen Chlorophylllösung mittelst Aether erhielt. Er zeigt nämlich in alkoholischer Lösung, wie dieser, eine Spaltung des Streifens im Roth.

Zwischen allen diesen Farbstoffen und dem Chlorophyll bestehen daher sicher Beziehungen — die Atomgruppe, welche die Schwingungen ausführt, die die so charakteristische, stets an gleicher Stelle auftretende Absorption in Roth hervorruft, muss allen diesen Körpern gemeinsam sein. Dieselbe scheint gleichzeitig auch die beständigste im Chlorophyllmolekül zu sein, da selbst tiefe chemische Eingriffe, wie ich oben gezeigt habe, sie nicht zu zerstören vermögen.

Auch das Erythrophyll Bougarels[2]), welches, wie aus allen seinen Eigenschaften und der Darstellungsmethode hervorgeht, identisch ist mit dem Chrysophyll Hartsens[1]), und das ich fast ausnahmslos als Nebenprodukt der Chlorophyllandarstellung erhielt,[2]) wenn die Lösungen nicht alkalisch gemacht waren, gehört in die Chlorophyllgruppe. In dicken Schichten zeigt die Lösung deutlich Streifen I und II, welche Erscheinung keinesfalls auf etwa beigemengtes Chlorophyll zurückzuführen ist, da die Schwerlöslichkeit des Erythrophylls in Alkohol mit leichter Mühe dieses von jenem zu trennen erlaubt. Lässt man die Lösung des Erythrophylls langsam verdunsten, so setzt sich der Körper in prächtig rothen, rhombischen, von der Fläche blau schillernden Cristallen ab und am Rande entsteht, wie bei der Dichromatinsäure Hoppe Seylers, ein blaugrünes Zersetzungsprodukt.[3])

---

[1]) Liebermann, (Ber. der deutsch. chem. Ges. 7, p. 446), Bley, (Archiv der Pharmacie 94, p. 129), Prillieux, (Bull. soc. bot. de France 24 (1877) p. 167).

[2]) Sur une nouvelle matière colorante rouge accompagnant la chlorophylle. Bull. d. l. soc. chimique de Paris 27, p. 442 und 16, p. 292.

Da auch in der Pflanze selbst bei geringem Säurezusatz sich unter gewissen Bedingungen an den Chlorophyllkörnern rothe Cristalle darstellen lassen[4]), die niemals unter den gleichen Bedingungen in etiolirten Pflanzentheilen auftreten und in ihrer Menge continuirlich zunehmen, wenn man die betreffenden Blätter langsam ergrünen lässt und alle Stunden eines derselben in verdünnte Säure legt, diese Cristalle aber identisch mit jenen unter den gleichen Bedingungen in den Lösungen auftretenden zu sein scheinen, so bin ich, namentlich auch im Hinblick auf sein spektroskopisches Verhalten, geneigt, das Erythrophyll Bougarels nicht als einen Begleiter des Chlorophylls, sondern als ein Spaltungsprodukt desselben zu betrachten.

Die Zugehörigkeit des Etiolins (Chlorophor Böhm[5]) Leucophyll Sachs[6])) zur Chlorophyllgruppe ist durch Pringsheim schon festgestellt worden[7]). Er fand, dass eine Lösung desselben in dicken Schichten den Streifen im Roth unverändert und die anderen Chlorophyllbänder in nur wenig verschobener Lage zeigt. Nach der Angströmschen Skala liegen die Bänder, bei sehr dicker (350 *mm*) Schicht:[8])

Band I von $\lambda = 67$ bis $\lambda = 64$, dunkel und scharf,
„ IIa „ $\lambda = 63$ „ $\lambda = 62$,
„ IIb „ $\lambda = 64{,}5$ „ $\lambda = 66$, mit IIa durch einen Schatten verbunden,
„ III um $\lambda = 57$, sehr matt,

---

1) Ueber das Chrysophyll, Archiv der Pharmacie CCVII. Band, (1875), p. 136. Analysen liegen weder von Erythrophyll noch von Chrysophyll vor.

2) Vergl auch Hoppe-Seyler, Zeitschr. f. phys. Chemie III, p. 344.

3) a. a. O. IV, p. 200

4) Herr Prof. Frank, der diese Beobachtung machte, hat mir gestattet sie zu veröffentlichen.

5) Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 37. (1859) p. 477.

6) Ueber das Vorkommen eines farblosen Chlorophyllchromogens in Pflanzentheilen etc. Lotos 1859.

7) Ueber die Absorptionsspektren der Chlorophyllfarbstoffe. Monatsber. d. Berliner Akad. 1874 (October) p. 7.

8) Vergl. auch Pringsheim a. a. O. Taf. Fig. 3.

Band IV von $\lambda = 54$ bis $\lambda = 53$, mit der Endabsorption durch einen Schatten verbunden,
von $\lambda = 52$ bis zum Ende Endabsorption.

Die Helligkeitsskala der Bänder ist, vom dunkelsten beginnend, I, IIa, IV, IIb, III.

Charakteristisch für das Etiolin ist die Lage von IIa.[1])

Lässt man Etiolinlösungen längere Zeit stehen, oder dampft sie ein und nimmt sie wieder mit Alcohol auf, so wird das Spektrum dem des Chlorophylls ähnlicher. Streifen II erscheint nicht mehr gespalten, sondern einfach und liegt nun, wie bei dem Chlorophyllan von $\lambda = 61$ bis $\lambda = 59$. Eine Umwandlung im gleichen Sinne erfährt das Etiolin durch Zusatz kleiner Mengen von Säuren. Setzt man zu einer Lösung einen Tropfen Salzsäure und etwas Aether, so geht das veränderte Etiolin in den letzteren über.[2]) Eine solche aetherische Lösung besitzt folgendes Spektrum:

Band I von $\lambda = 67$ bis $\lambda = 64{,}5$, sehr dunkel,
„ II „ $\lambda = 61$ „ $\lambda = 59$, von $\lambda = 60$ bis $\lambda = 59$ erheblich matter,
„ III „ $\lambda = 57$ „ $\lambda = 56$, dunkel,
„ IV „ $\lambda = 54$ „ $\lambda = 53$.
von $\lambda = 56{,}5$ bis zum Ende continuirliche Endabsorption.

Die Helligkeitsskala der Bänder ist, vom dunkelsten beginnend, I, III, IV, II. Die mittleren Bänder sind erheblich dunkler, das ganze Spektrum daher dem des Chlorophyllans ähnlich geworden. Wie ich in einer früheren Publikation hervorgehoben habe,[3]) zeigen auch die Etiolinkörner die Hypochlorinreaction, d. h. die Abscheidung gelbbrauner Tropfen unter dem Einflusse von Säuren. Mikrochemisch sind diese Ausscheidungen von denen des Chlorophyllans nicht zu unterscheiden. Dennoch werden sie sicher von einem anderen Körper gebildet, der, wennschon dem Chlorophyllan verwandt, doch nicht mit diesem identisch ist.

Dass langes Stehen der Lösung oder Einwirkung von schwachen Säuren auch beim Etiolin, wie beim Chlorophyll, Oxydationen hervorbringt, lässt sich dadurch erweisen, dass es leicht möglich ist, die auf die angegebene Art „modifizirten“ Etiolinlösungen mittelst Zinkstaub wieder in Etiolin zurück zu verwandeln.

Durch conc. Salzsäure wird Etiolin bekanntlich erst spangrün dann blaugrün.[4]) Das Spektrum dieser, in dicken Schichten übrigens

---

1) Durch diese Eigenthümlichkeit ist Etiolin sicher von dem Xanthophyll, mit dem es G. Kraus indentifizirt, unterscheidbar.

2) Auch aus unveränderter Etiolinlösung nimmt Aether alles Etiolin auf.

3) Untersuch. über das Chlorophyll. (II.) Beiträge zur Hypochlorinfrage. Abhandlungen des botanischen Vereins d. Prov. Brandenburg XXIV, p. 131.

4) Vergl. Fremy, Compt. rend. 50, (1860) p. 411. Sachs, a. a. O. p. 14. G. Kraus a. a. O. p. 112

grün nicht roth durchscheinenden Lösung zeigt verwaschene Streifen. Wichtig erscheint mir die Lage von Band II, von $\lambda = 61$ bis $\lambda = 60$.[1]) Sie stimmt mit der bei Chlorophylllösungen zu beobachtenden Lage dieses Bandes völlig überein. Dennoch ist der entstandene Körper sicher kein Chlorophyll.

Dass genetische Beziehungen zwischen Etiolin und Chlorophyll bestehen, ist schon wiederholt ausgesprochen und mit Argumenten belegt worden.[2]) Aus den oben kurz mitgetheilten Versuchen ergiebt sich wenigstens so viel, dass das Etiolin durch Oxydation in einen Körper übergeht, der dem Chlorophyll in seinem Spektrum ähnlicher ist als das Etiolin, es in dasselbe überzuführen ist mir bisher noch nicht gelungen. Mit darauf abzielenden Versuchen bin ich beschäftigt.

Ich kehre noch einmal zu der chlorophyllinsauren Kalilösung, erhalten auf die pag. 173 angegebene Weise, zurück. Selbst anhaltendes Kochen einer solchen Lösung mit überschüssiger Kalilauge, ja selbst Erwärmen derselben im Paraffinbade bis gegen 200° C. bewirkt keine weitere Zersetzung. Bei 210° jedoch tritt eine allmähliche Umwandlung ein. Unter Entweichen ammoniakalischer Dämpfe wird die anfangs smaragdgrüne Lösung prachtvoll purpurroth und giebt nun, beim Zersetzen mit Aether-Salzsäure an den ersteren, unter Abscheidung einer rothbraunen, in Aether unlöslichen Substanz, eine purpurrothe Säure ab, die ich Phyllopurpurinsäure nennen will. Dieselbe giebt stark roth fluoreszirende Lösungen, ist in Alkohol und Aether löslich und bildet Kali und Barytsalze. Nach ihrem spektroskopischen Verhalten zu urtheilen, ist sie sicher von der Dichromatinsäure Hoppe-Seylers[3]) verschieden und steht dem Chlorophyll näher als diese. Ihr Spektrum zeigt folgende Bänder:[4])

Band Ia von $\lambda = 64{,}0$ bis $\lambda = 65{,}5$
„ Ib „ $\lambda = 62{,}0$ „ $\lambda = 63{,}0$, mit Ia durch einen Schatten verbunden,
„ II „ $\lambda = 57{,}0$ „ $\lambda = 60{,}0$, dunkel,
„ III „ $\lambda = 53{,}5$ „ $\lambda = 55{,}5$, in der Mitte sehr dunkel,
„ IV „ $\lambda = 49{,}0$ „ $\lambda = 51{,}3$, mit der bei $\lambda = 48$ beginnenden Endabsorption durch einen Schatten verbunden.

---

[1]) Band I, II, III sind deutlich sichtbar, was ich ausdrücklich hervorhebe, da G. Kraus angiebt, dass im weniger brechbaren Theile des Spectrums gar keine Bänder liegen.

[2]) Wiesner, Die Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze, Wien 1877, p. 25 u. flgd. Fremy, Sachs a. a. O.

[3]) Zeitschr. f. physiol Chemie IV, p. 198.

[4]) Die ursprüngliche Lösung vor Zusatz von Salzsäure-Aether hat ein etwas anderes Spectrum.

Die Helligkeitsskala der Bänder ist, vom dunkelsten beginnend, III, IV, II, Ia, Ib.

Erhitzen mit Kalilauge auf 210° scheint demnach die tiefgehendste der bisher bekannten Veränderungen im Chlorophyllmolekül hervorzurufen: Der so resistente Streifen im Roth ist stark abgeblasst, gespalten und gegen das brechbarere Ende des Spektrums gerückt, die relativen Breiten und Intensitätsverhältnisse sämmtlicher Streifen sind geändert.

Da die ätzenden Alkalien eine so energische Einwirkung auf das Chlorophyll ausübten, hoffte ich mit mehr Erfolg die Carbonate, besonders das in starkem Alkohol fast unlösliche Kalicarbonat anwenden zu können, jedoch leider vergebens. Auch sie zersetzen das Chlorophyll in demselben Sinne wie die ätzenden Alkalien, wennschon weniger energisch.

Auf den angeführten Wegen ist demnach nicht zum Ziele zu gelangen. Ich ging daher wieder zur alkoholischen Chlorophylllösung zurück. Die Hauptaufgabe schien mir zu sein, das Chlorophyll der alkoholischen Lösungen so schnell wie möglich von den mit in die Auszüge übergehenden Substanzen zu trennen. Es sind dies, neben den gelben Farbstoffen, wachsartige und Eiweisssubstanzen, ätherische Oele Pflanzensäuren, organische und anorganische Salze. Ich benutze zu dem Zwecke die Eigenschaft des Chlorophylls in Salzlösungen unlöslich zu sein. Setzt man nämlich zu einer conc. ganz frischen Chlorophylllösung eine conc. neutrale Lösung von Baryumchlorid oder Kupfersulfat, so fällt das gesammte Chlorophyll (Kyanophyll G. Kraus), während die oben angeführten Substanzen in Lösung bleiben, als flockiger Niederschlag über Nacht aus, lässt sich sammeln, mit verdünntem Alkohol waschen und durch wiederholtes Auflösen und Eindampfen von den noch anhängenden Beimengungen trennen. Das so gewonnene Chlorophyll besitzt alle chemischen und spektroskopischen Eigenschaften des Kyanophylls (G. Kraus).

Ich hoffe auf dem angegebenen Wege, sobald mir das Frühjahr wieder reichlich Material verschafft, endlich zum Ziele zu gelangen, reines Chlorophyll darzustellen. Ein bis jetzt nicht zu beseitigender Aschengehalt, der möglicherweise jedoch in die Constitution des Chlorophylls gehört, lässt mich einstweilen von einer Darstellung der bisher erlangten Resultate absehen. Gleichzeitig mit diesen Untersuchungen werde ich alsdann den aus dem leicht in Cristallen rein darstellbaren Chlorophyllan mittelst Reduktion durch Zinkstaub zu erhaltenden grünen, höchst wahrscheinlich mit dem Chlorophyll identischen Körper einer näheren Untersuchung unterziehen.

Pflanzenphysiolog. Institut der königl. landwirthschaftl.
Hochschule in Berlin.

24. I. Urban: Trematosperma, novum genus Somalense.

Eingegangen am 14. April 1883.

Flores regulares hermaphroditi, 4 — (raro 3 —) meri. Perianthium inferum simplex sepaloideum crassiusculum breve persistens, inferne in tubum cupuliformem connatum; lobi aestivatione valvati, sub anthesi arcuato-erecti. Stamina lobis alterna iisque numero aequalia hypogyna plane libera, sub fructu persistentia; filamenta brevia; antherae erectae dorso affixae biloculares, rima longitudinali dehiscentes, loculis parallelis contiguis, bilocellatis, connectivo mediocri; pollen laeve. Discus nullus. Ovarium verisimiliter e carpidiis 2 conflatum sessile liberum 1-loculare; stigma terminale sessile depressum persistens, bilobum v. in floribus trimeris integrum, lobis (an semper?) subinaequalibus. Ovula 2, raro 1, collateralia ex apice loculi pendula, verisimiliter anatropa, alterum accrescens, alterum mox abortivum. Fructus perianthio persistente emarcido, sed non ampliato suffultus indehiscens carnosus, intus papillis in semen intrantibus exornatus. Semen funiculo brevi pendulum, endocarpio accumbens, veris. exalbuminosum; testa membranacea saepius papillis endocarpii perforata. Embryo non rite visus.

Fruticulus Somalensis basi subito et valde tuberiformi-incrassatus, indumento simplice. Folia alterna petiolata cordata v. cordato-reniformia integra palminervia. Stipulae nullae. Flores in axillis foliorum v. saepius 2 collaterales sessiles, bracteolis minutis.

Nomen ductum est ex τὸ τρῆμα = foramen et τὸ σπέρμα = semen.

Trematosperma cordatum *Urb.* Species unica.

Planta metralis, tubere supraterraneo usque ad 15 *cm* crasso. Caulis superne parce ramosus, ad cicatrices hinc illinc resinam tenacem exsudans, glabrescens; rami hornotini teretes v. subteretes, pilis simplicibus brevissimis albidis patentibus densissime velutini. Foliorum petioli subteretes 2—3 *cm* longi eglandulosi velutini; lamina apice rotundata, nervo medio 1,5—3 *mm* producto crassiuscule mucronata, 6—8 *cm* longa, 6—7 *cm* lata, nervis e basi prodeuntibus 5 ramosis, supra subimpressis, subtus crasse prominentibus et reticulatis, crassioribus subtus ad marginem leviter emarginatum in callos globulosos v. globuloso-obconicos circumcirca pilosos, apice poro saepius parce secernentes terminatis, supra parce, subtus dense et ad nervos eleganter et adpresse pilosa. Flores 1—3 *mm* alte supra axillas ipsas orientes, bracteolis cr. 1 *mm* longis linearibus densissime pubescentibus, gemmis serialibus 1—2 *mm* supra florum insertionem conspicuis. Alabastrum globulosum 2 ad

2,5 *mm* diametro. **Perianthium** viride extrinsecus patenti-pilosum, intus ad commissuras parce strigosum, in $^2/_5$—$^1/_2$ alt. coalitum, inferne 4-nerve, nervis ad lobos versus palmatim v. subramose 4—5-partitis; lobi ovato-triangulares, apice incurvati. **Filamenta** linearia glabra 1—1,5 *mm* longa; antherae ovatae, cr. 1 *mm* longae, apice plus minus emarginatae, sub medio affixae et usque ad insertionem bicrures; pollinis granula aquae immersa globosa, 21—24 μ diametro. **Ovarium** obovatum, brevissime patenti-pilosum; stigmatis lobi flavi triangulares v. triangulari-semiorbiculares. **Ovula** ovata, ante anthesin jam inaequalia. **Fructus** suboblique obovatus. sectione transversa suborbiculatus, obtusissimus, apice ipso stigmatibus coronatus, viridis sublaevis brevissime et dense albido-patenti-pilosus, 0,9—1 *cm* longus, 5,5 6 *mm* diametro, carne 1—1,3 *mm* crassa, endocarpio viridi-albescente papillas semiglobosas, conicas v. conico-lineares numerosissimas emittente. **Semen** subovale, 5 *mm* longum, 2 *mm* crassum, subirregulariter foveolato-exsculptum brunnescens, chalaza subfungosa, raphe filiformi tenuiter adnata.

Habitat in terris Somalensibus, unde cel. J. M. Hildebrandt a. 1875 plantas vivas horto botanico Berolinensi misit.

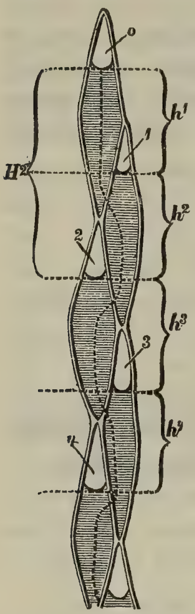
Genus dubiae sedis, nulli ex monochlamydeis familiae affine, ad interim juxta *Olacacearum* tribum *Phytocreneas* sub titulo „anomalum“ collocari potest. De affinitatibus in „Jahrbuch des Königl. botanischen Gartens und botanischen Museums zu Berlin vol. III“ iconibus adjectis amplius disputabo.

25. A. Zimmermann: Zur Kritik der Böhm-Hartig-schen Theorie der Wasserbewegung in der Pflanze.

Eingegangen am 14. April 1883.

Nachdem durch die Untersuchungen von **Elfving**, **Böhm**, **R. Hartig** u. a. die Unhaltbarkeit der **Sachs**'schen Imbibitionstheorie immer mehr zu Tage getreten ist, scheint es, dass in neuster Zeit die sogen. Gasdrucktheorie mehr Anhänger für sich gewinnt. Dieselbe wurde bekanntlich schon vor längerer Zeit von **J. Böhm** aufgestellt und wird mit einigen Modifikationen auch in den neusten Publicationen **R. Hartig**'s vertheidigt. Wenn nun auch bereits von verschiedenen Seiten das Unzureichende dieser Theorie behauptet wurde, so ist ein einfacher und zwingender Beweis dafür, soviel mir bekannt, noch nicht geliefert worden. Es sei mir daher gestattet, im Folgenden, ohne auf Versuche und Details näher einzugehen, in aller Kürze zu beweisen, dass die Gasdrucktheorie allein nicht im Stande ist, den Wasserstrom in der Pflanze in genügender Weise zu erklären.

Da scheint es mir nun zunächst von Wichtigkeit, zu entscheiden, durch welche Kraft das Wasser im Holz festgehalten wird, so dass es der Schwerkraft enthoben zu sein scheint: welche Kraft es ist, die auf der einen Seite es möglich macht, dass wir in den Tracheen und Tracheiden am Grunde eines hohen Baumes trotz der darauf lastenden Wassersäule keine merklich comprimirte Luft antreffen, die es auf der andern Seite verhindert, dass aus einem vertical gehaltenen beliebig langen Zweige, auch wenn er der Spitze beraubt ist, das Wasser nicht durch die Schwere hinausgepresst wird.



Böhm verweist in dieser Beziehung bei den Tracheen — und dies wohl ohne Zweifel mit Recht — auf die schwere Verschiebbarkeit der Jamin'schen Kette. Wenn er jedoch glaubt, dass die Länge, die die Wassersäulen besitzen dürfen, um von den Luftblasen gleichsam getragen zu werden, der capillaren Steighöhe in dem betreffenden Gefässe gleich sei, so dürfte er sich in einem kleinen Irrthum befinden; wenigstens ist mir in der Literatur hierüber nur eine Angabe bekannt geworden (in Jamin's Abhandlung), nach der die betreffende Länge etwa ein Viertel der capillaren Steighöhe betragen würde, und eine grosse Anzahl eigener Versuche mit capillaren Glasröhren, über die ich an einer anderen Stelle zu berichten gedenke, ergaben dieselbe zu ca. $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{7}$ der capillaren Steighöhe.

Bezüglich der safterfüllten Zellen bemerkt nun Böhm ferner, genügt es, „wenn der Filtrationswiderstand der Querwand von der in jeder einzelnen Zelle enthaltenen Flüssigkeit nicht überwunden werden kann. In Folge des theilweisen Luftgehaltes der saftleitenden Tracheiden ist eine durch die Schwere bedingte Filtration der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit völlig ausgeschlossen." Hartig hingegen, der nur die Tracheiden in Betracht zieht, behauptet, die Capillarität sei im Stande, das Wasser in diesen zu halten. Im weiteren Verlaufe der Abhandlung sagt er jedoch, dass wir dieser Annahme gar nicht einmal bedürften: man könnte ebenso gut annehmen, dass der Filtrationswiderstand des zarteren Theiles der Tüpfelschliesshaut gerade so gross wäre, als erforderlich sei, um die in der betreffenden Zelle auf ihr lastende Wassersäule zu tragen.

Ich glaube nun, unter Benutzung der vorstehenden Figur, die ganz nach dem Hartig'schen Schema gezeichnet ist, einen einfachen Beweis liefern zu können, dass die Capillarität hier nicht herangezogen werden kann. Es ist nämlich aus der Figur unmittelbar ersichtlich, dass wir es, wenn der Filtrationswiderstand der Membran = 0 gesetzt wird, in derselben mit einem zusammenhängenden Wasserfaden zu thun haben, der in der Richtung der punktirten Linien schlangenförmig verläuft. Diese ganze Wassersäule muss dann aber von dem obersten Meniscus gehalten werden, was natürlich nur so lange möglich ist, als die Länge derselben die der Weite der Tracheide entsprechende capillare Steighöhe nicht übersteigt. Diese ist aber eine zu geringe Grösse, als dass sie hier in Betracht kommen könnte.

Wir werden somit, wenn wir wenigstens die Vertheilung von Luft und Wasser in den Tracheiden, so wie sie Hartig darstellt, zugeben, zu der Annahme eines Filtrationswiderstandes in der Membran gezwungen, der mindestens gleich ist der in jeder Tracheide auf ihr lastenden Wassersäule. Ich will deshalb bei den folgenden Betrachtungen zunächst die Annahme machen, dass der Filtrationswiderstand der Membran eine Grösse besitzt, welche gleich ist der in der Zelle enthaltenen Wassersäule, ohne jedoch damit behaupten zu wollen, dass nicht auch bei den Tracheiden ähnliche Verhältnisse wie bei der Jamin'schen Kette im Spiele sein könnten.

Erörtern wir nun, wie sich unter obiger Annahme eine Längsreihe Tracheiden (s. Figur), die sämmtlich, wie im Hartig'schen Schema, am oberen Ende eine Luftblase enthalten, verhalten wird, wenn in der obersten die Luft durch Wasserentziehung verdünnt wird: Die Luftblase in der unteren Tracheide (1) wird offenbar so lange Wasser in die obere Tracheide (0) hineinpressen, bis die Spannungsdifferenz der beiden Luftblasen nur noch gleich ist der Höhe der Wassersäule, die sich über dem Meniscus in der unteren Tracheide befindet (h^1), vermehrt, um den Filtrationswiderstand der Membran. Denn wenn die untere Luftblase sich soweit ausgedehnt hat, dass ihre Spannung die der oberen nur noch um diese Grösse übertrifft, so verhindern ja der Filtrationswiderstand der Membran und die zu hebende Wassersäule eine weitere Ausdehnung.

Um eine gleiche Einheit zu erhalten, wollen wir nun die Spannung der Luft, anstatt durch die Quecksilbersäule, welcher sie das Gleichgewicht halten würde, durch die gleich schwere Wassersäule ausdrücken, so dass also ein Atmosphärendruck 10,3 *m* Wasser betragen würde. Die Spannung in der Luftblase 0, 1, 2 .... sei ferner mit S^0, S^1, S^2 ... bezeichnet. Drücken wir nun den Filtrationswiderstand der Membran ebenfalls in der Weise aus, dass wir ihn der Wassersäule gleich setzen, deren Hebung eine gleiche Kraft erfordern würde wie die Ueberwindung jenes Widerstandes und bezeichnen denselben mit w^1, w^2 ..., so erhalten wir für den obigen Gleichgewichtszustand zwischen den beiden obersten Luftblasen die Gleichung:

$$S^1 = S^0 + h^1 + w^1.$$

Nach unserer obigen Annahme ist aber der Filtrationswiderstand der Membran gleich der darauf lastenden Wassersäule, mithin

$$h^1 = w^1, \text{ und folglich } S^1 = S^0 + 2\,h^1.$$

Ebenso würde sich nun die darunter liegende Luftblase (2) verhalten. In ihr würde sich die Luft so lange ausdehnen, bis der Druckunterschied zwischen den Luftblasen 0 und 2 folgender Gleichung entspricht:

$$S^2 = S^0 + 2\,(h^1 + h^2).$$

Es ist aber $h^1 + h^2$, wie aus der Figur unmittelbar ersichtlich, gleich dem Abstande der Meniscen in 0 und 2, der mit H^3 bezeichnet werden mag (siehe die Figur). Es ist dann also:

$$S^2 = S^0 + 2\,H^2.$$

Ebenso weiter schliessend würden wir für eine vierte Tracheide die Gleichung:

$$S^3 = S^0 + 2\,H^3$$

erhalten und für eine n^{te} Tracheide die Gleichung:

$$S^n = S^0 + 2\,H^n,$$

wobei H^n den verticalen Abstand des n^{ten} Meniscus von dem oberen bedeutet.

Man sieht also, dass die Spannung der Luft nach unten hin nothwendiger Weise immer mehr zunehmen muss; es wird aber, wenn die Reihe der Tracheiden genügend lang ist, die Bewegung einmal eine Luftblase erreichen, die nur noch so wenig ausgedehnt wird, dass sie nicht mehr im Stande ist, auf die unter ihr befindlichen Luftblasen einzuwirken. Es ist dies offenbar der Fall, wenn die Spannungsdifferenz zwischen ihr und der darunter befindlichen Luftblase geringer ist als die Wassersäule in der oberen Tracheide, vermehrt um den Filtrationswiderstand der beide trennenden Membran.

Es ist nach dem Obigen auch leicht zu berechnen, wie tief die Bewegung in einer Längsreihe von Tracheiden hinabreichen wird, wenn in irgend einer derselben die Luft um eine bestimmte Grösse verdünnt wird. Nehmen wir z. B. einmal an, dass die Tracheiden ursprünglich sämmtlich Luft von der Spannung x *cm* Wasser enthalten und dass dann die Spannung in der obersten Tracheide durch Wasserentziehung um a *cm* Wasser vermindert wird, so dass dieselbe jetzt nur noch x—a *cm* beträgt, so wird offenbar nach der Gleichung $S^n = S^0 + 2\,H^n$ schon $\frac{1}{2}$ a *cm* unter dem obersten Meniscus die Spannung der Luft x *cm* Wasser betragen, d. h. der ursprünglichen Spannung gleich sein, und unterhalb dieser Grenze wird mithin keine Bewegung mehr stattfinden.

Die obigen Auseinandersetzungen lassen sich folglich in den Satz zusammenfassen, dass, wenn von einer Reihe von Tracheiden, die sämmtlich Luft von ursprünglich gleicher Spannung enthalten, in der obersten die Luft um a *cm* Wasser verdünnt wird, die dadurch bewirkte Bewegung nur $\frac{1}{2}$ a *cm* tief hinabreicht.

Hieraus geht nun aber unmittelbar hervor, dass die durch Transpiration bewirkte Luftverdünnung in der Krone hoher Bäume nicht ausreicht, um aus den Wurzeln das Wasser emporzusaugen. Denn da comprimirte Luft bis jetzt in der Pflanze noch nicht nachgewiesen ist, so können wir am unteren Ende nur Luft vom Atmosphärendruck annehmen. Die Spitze wird ferner wohl nie ganz luftleer sein; selbst wenn wir dies aber auch einmal annehmen, so ist die grösste mögliche Druckdifferenz nur 1 Atmosphäre oder ca. 10 *m* Wasser. Es kann hierdurch nach obigem Satze aber nur eine Bewegung bewirkt werden, die 5 *m* weit hinabreicht; eine Länge, die mit der Höhe unserer Bäume verglichen, ganz verschwindend ist.

Zum Schluss nur noch einige Worte über den Filtrationswiderstand der Membran. Es ist dies allerdings eine Grösse, die sich mit einiger Gewissheit auch nicht einmal annähernd bestimmen lässt. Ich will nur hervorheben, dass diese Unsicherheit an der Beweiskraft der obigen Deductionen Nichts ändert. Denn, ist der Filtrationswiderstand grösser, als wir bisher angenommen, so wird offenbar die Spannung der Luft nach unten hin noch schneller zunehmen und die Bewegung noch weniger tief hinabreichen; ist derselbe jedoch kleiner, so wird die Bewegung allerdings sich tiefer hinab erstrecken, aber selbst wenn derselbe auch ganz verschwindend klein wäre, so würde dennoch die Bewegung bei einer Spannungsdifferenz von einer Atmosphäre höchstens 10 *m* tief hinabreichen können. Denn es verwandeln sich dann die Gleichungen:

$$S^1 = S^0 + 2\,H^1;\; S^n = S^0 + 2\,H^n$$

in die Gleichungen:

$$S^1 = S^0 + H^1;\; S^n = S^0 + H^n,$$

und für diese gelten vollständig dieselben Deductionen, wie für die ersteren.

Ebenso wenig kann aber durch Heranziehung der Tracheen, vielleicht unter Benutzung des **Böhm**'schen Schemas, die Schwierigkeit aus dem Wege geräumt werden. Der Wasserstrom hat dann einfach nur einige Membranen weniger zu passiren; aber die zu hebende Wassersäule ist doch immer dieselbe, so dass auch in diesem Falle die Bewegung nur im allergünstigsten Falle 10 *m* weit hinabreichen würde.

Im Obigen glaube ich also den zwingenden Beweis geliefert zu haben, dass die Gasdrucktheorie allein nicht im Stande ist, die Wasserbewegung in der Pflanze genügend zu erklären. Dass die Spannung der im Holz enthaltenen Luft aber dennoch eine grosse Rolle spielt bei der Emporschaffung des Wassers in der Pflanze, kann wohl zur Zeit nicht mehr zweifelhaft erscheinen, und es werden somit auch die Experimente und Untersuchungen von **Böhm** und **Hartig** für eine jede neue Theorie der Wasserleitung von der grössten Wichtigkeit sein.

26. Ludwig Koch: Untersuchungen über die Entwicklung der Orobanchen.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 20. April 1883.

Die Samen der *Orobanchen* keimen nur im Anschluss an die Wurzel einer geeigneten Nährpflanze. Auf Fliesspapier, Asbest etc. ausgesät, zeigen sie — die Keimfähigkeit wurde durch gleichzeitig und unter normalen Bedingungen eingeleitete Culturen festgestellt — keine Keimung. Gleiches Resultat wird erzielt, wenn man mit Asbest umhüllte, in durch Drahtnetze verschliessbare Glasröhren gebrachte Samen in humusreiche Erde eingräbt und monatelang feucht hält, oder an Stelle von Asbest direkt humose Erde verwendet. Die Samen werden somit weder durch lösliche organische Stoffe, noch durch die Berührung mit todtem organischen Material zur Keimung gebracht.

Bei allen diesen Versuchen bleiben die Körner frisch erhalten. In Bezug auf Embryo und Endosperm gleichen sie erst kürzlich gesätem Material. Selbst ein halbjähriger Aufenthalt in feuchter Erde vermag, wie die nachträgliche Beipflanzung von Nährgewächsen zeigte, die Keimfähigkeit nicht zu zerstören.

Lässt man im wasserdampfgesättigten Raum Nährwurzeln gegen die schon Monate lang erfolglos auf Fliesspapier etc. gesäten Samen wachsen, so erfolgt Keimung. Gleiches ist der Fall, wenn man auf die gesäuberte Hauptwurzel in Sägemehl erzogener Nährpflanzen (*Vicia Faba* für *Orobanche speciosa*) den Samen gibt, mit Asbest umhüllt und die Pflanze 8—14 Tage in Erde bringt. Bei beiden Versuchen erweist sich indessen die Zahl der gekeimten Körner, gegenüber den nicht gekeimten, als keine sehr beträchtliche. Es scheint, dass auch unter sonst günstigen Bedingungen nur eine successive Keimung stattfindet. Für unsere Pflanze würde eine solche nicht ohne Bedeutung sein. Indem sie der gleichzeitigen Ansiedelung einer grösseren Zahl von *Orobanchen* auf einer Nährwurzel vorbeugt, wirkt sie einer frühzeitigen Erschöpfung der letzteren entgegen und sichert somit die ersten Entwicklungsstadien des Parasiten, welcher während dieser noch nicht zur Ergreifung neuer Nährwurzeln befähigt ist. Culturen unter normalen Verhältnissen unterstützen die Annahme einer successiven Keimung. Selbst auf Wurzeln von Nährpflanzen (Hanf, Tabak mit *Orobanche ra-*

mosa), welche bereits den blühenden Schmarotzer tragen, sind meist noch die jüngeren und jüngsten Entwicklungsstadien der *Orobanche* zu finden.

Bei der Keimung verharrt das keine morphologische Differenzirung zeigende Plumulaende des kleinen Embryo im Endosperm des Samens, während aus diesem die radiculare Hälfte mit ihrer der Wurzelhaube entbehrenden Spitze herauswächst. Aus ihr entwickelt sich der sehr dünne, fadenförmige Keimling. Auf im dampfgesättigten Raum gezogenen Nährwurzeln wuchs derselbe wohl, drang aber, der abnormen Keimbedingungen wegen, nicht ein. Seine Gesammtlänge betrug etwa 2 *mm*. Da in diesem Falle das gesammte Nährmaterial des Endosperms aufgebraucht wurde, so dürfte dieses Mass als Maximalgrösse zu bezeichnen sein. In Erde entwickelte *Orobanchen*keimlinge erreichten im Durchschnitt eine Länge von 1 *mm*. Diese Grössenverhältnisse stehen ganz im Einklang mit der oben angeführten Eigenschaft des Samens, nur im Anschluss an eine Nährwurzel zu keimen[1]. Eine selbständige erste Entwicklung, etwa nach Art der *Cuscuten*, würde, wenn anders nicht der allergrösste Theil der Samen den Anschluss an einen Wirth verfehlen und somit zu Grunde gehen soll, ein weitaus wachsthumsfähigeres Keimgebilde voraussetzen.

Solange das letztere noch ausserhalb der Nährwurzel wächst, bleibt an seiner Spitze der epidermale Abschluss erhalten. Unter der Epidermis liegen hier drei bis vier Initialzellen, welchen reifenförmig und unter gleicher Zellenzahl ein Füllgewebe unterstellt ist, dessen zunächst kurzgliedrige Elemente nach und nach in sehr gestreckte Formen übergehen. Diese führen einen wasserhellen Inhalt, jene ein dichteres Protoplasma.

Im Verlaufe des Wachsthums beschreibt der Keimling wellenförmige Biegungen. Seine Spitze wird gegen die Nährwurzel gestellt; es erfolgt hier der Eintritt, nachdem papillöse Auswüchse der Epidermis des Parasiten diesen angebahnt haben. Ohne dass auffälligere Störungen in dem Nährorgan bemerkbar wären, liegt in seiner Rinde ein Stück des fadenförmigen Keimgebildes, das entweder in das Centrum der Wurzel dringt oder deren Gefässstrang tangirt, um zwischen ihm und dem Weichbast hindurchzugehen und mit dem Eintreten in den der Eingangsstelle des Schmarotzers entgegengesetzten Rindentheil zu enden. In beiden Fällen wird eine organische Verschmelzung der Zellen des Parasiten mit den Gefäss- und Weichbastelementen der Nährwurzel erzielt.

---

[1] Es ist nicht anzunehmen, dass die Samen bei ihrer Kleinheit ruhig im Boden liegen bleiben und erst durch gelegentliches Vorbeiwachsen von Wurzeln mit diesen in Berührung und so zur Keimung kommen. Stärkere Wasserbewegungen zwischen den Bodenpartikelchen werden sie verschieben können und so, zumal in den von Wurzeln durchzogenen Culturböden, ihren Anschluss an den Wirth erleichtern.

Die Wirkung dieser Verschmelzung macht sich bald bemerkbar. Die Epidermis des ausserhalb der Nährwurzel gelegenen Theils des Keimlings, welche zuvor vermittelst ihrer zottigen Auswüchse zu einer selbständigen Stoffaufnahme befähigt war, verkorkt. Aus ihr entsteht, unter mehr oder minder vollständigem Zusammenfallen, eine zarte Borke. Das Keimgebilde selbst leitet an einzelnen Stellen sein erstes Dickenwachsthum ein.

Insoweit letzteres innerhalb der Nährwurzel stattfindet, führt es zur Verstärkung und definitiven Ausbildung des ersten Saugorgans des Parasiten, des primären Haustoriums. Theilungen vorzugsweise parallel der Wachsthumsachse des eingedrungenen Keimlings fördern, unter Zurückdrängen der Nährrinde, das junge Organ auf das Drei- bis Vierfache seiner ursprünglichen Breite. Es erhält etwa die Form eines mit seiner Basis der Oberfläche der Nährwurzel zugekehrten, abgestumpften Kegels.

An dem Scheitel des Haustoriums bleibt die Continuität der Epidermis nicht erhalten. Hier wachsen die Zellen selbständig in das Gefässbündel oder selbst die Rinde des Wirthes. Sie ordnen sich im Anschluss an die inneren langgestreckten Zellen des Saugorgans zu Zellreihen an, deren freies Ende indessen nicht in dem Masse in dem Nährgewebe wuchert, als das bei den physiologisch gleichen Zwecken dienenden Organen der *Cuscuten* oder bei den noch zu betrachtenden secundären Haustorien der *Orobanchen* selbst der Fall ist. Seitlich vom Scheitel des Saugorgans, und von hier nach der Eintrittstelle des Parasiten, bleibt der Charakter der Epidermis im allgemeinen gewahrt.

Sehr bemerkenswerth sind die eigenartigen Wachsthums- und Theilungsvorgänge, welche im Anschluss und veranlasst durch den eindringenden Schmarotzer in dem Nährorgan selbst wahrnehmbar werden (*Vicia Faba*). Von solchen bleiben gewöhnlich nur diejenigen Wurzeln verschont, welche, an und für sich schon schwach, von einem oder mehreren Parasiten im Uebermass in Anspruch genommen sind.

Bei irgendwie stärkeren Wurzeln entsteht, ausgehend von dem Cambium und zunächst dessen Theilungsmodus beibehaltend, ein Zelltheilungsheerd, dessen Elemente sich im Umkreis des parasitischen Eindringlings am intensivsten theilen. Unter Emporheben der Rinde der Nährwurzel bildet sich somit um den ausserhalb des letzteren liegenden, direkt dem Saugorgan anschliessenden Theil des Keimlings ein Ringwulst, der in seiner ferneren Entwicklung insofern eine ungleichmässige Ausbildung nimmt, als er einseitig — es ist das oft die an obere, ältere Theile der Nährwurzel anstossende Partie — weiter gefördert wird. Hier geht die anfangs vorherrschende Theilungsrichtung in eine entgegengesetzte, vorzugsweise parallel der Wachsthumsachse des eingedrungenen Schmarotzers verlaufende über. An letztere organisch anschliessend, entsteht eine Art reducirtes Seitenorgan der Nährwurzel von beschränktem, unbedeutendem Längenwachsthum. In die Dicke entwickelt sich dasselbe vermittelst einer ringförmigen Cambiumzone, an welcher ein mehr oder minder bedeutendes Bogenstück fehlt das durch einen Theil des parasitischen Saugorgans ausgefüllt wird. Die nach innen gestellten Derivate des Cambiums gehen, besonders wo sie an gleichartig sich ausbildende Zellen des Schmarotzers stossen, in Tracheiden über und übernehmen die Verbindung trachealer Elemente des Haustoriums mit dem Gefässbündel der Nährwurzel. Nach aussen erzeugt das Cambium Weichbast und Parenchym. Je mehr sich das letztere der Organoberfläche nähert, um so mehr lockert es sich und verkorkt. Die Aussenzellen zeigen sehr loses Gefüge und scheinen successiv abgestossen zu werden.

In dieses Anschlussorgan treibt das primäre Haustorium Wucherungen. Ausgehend von dem dickeren, der Eintrittstelle in die Nährwurzel zugekehrten Theil, also der Basis des Kegels, werden, zunächst unter Beibehaltung eines annähernd periblematischen Wachsthums, keilförmige Auswüchse erzeugt. Sie verlaufen ziemlich paralle mit dem ungleich massiveren, zuerst ausgebildeten Stück des Saugorgans und stimmen mit diesem bezüglich ihres Baues und Wachsthums annähernd überein. Der junge Parasit sitzt, etwa wie ein starker Zahn, mit seinen Wurzeln in der Achsenwucherung seiner Nährwurzel.

Die innige organische Verbindung zwischen Schmarotzer und Wirth, die Anlage von Tracheiden in dem letzteren im Zusammenhang mit ähnlichen Formen des Haustoriums, deuten darauf hin, dass vielleicht keine ausschliessslich einseitige Stoffentnahme, sondern vielmehr ein, wenn auch für die Nährpflanze quantitativ wohl bedeutungsloser Stoffaustausch stattfindet.

Lange bevor Haustorium und Nährwurzel ihre Ausbildung gewonnen haben, entwickelt sich bereits der ausserhalb des Wirths gelegene Theil des parasitischen Keimfadens. Hier geht unsere Pflanze auf die Anlage einer knolligen Bildung aus, welche zum Erzeuger und Träger der Stamm- und Wurzelvegetationspunkte wird, die einestheils die Ausbildung des vegetativen oberirdischen Theiles des Parasiten übernehmen, anderntheils zu, Zwecken der Stoffaufnahme dienenden, Organen sich entwickeln. Die letztere kann bei dem beschränkten Wachsthum und der frühzeitigen Kork-, eventuell Borkebildung der Wurzel nur in unbedeutendem Masse eine direkte sein. Eine physiologisch hervorragende Bedeutung kommt den Wurzeln vielmehr durch die Fähigkeit zu, sich in ihrem Wachsthumsbereiche befindlichen, weiteren Nährwurzeln anzuheften, und in sie dem primären Saugorgan physiologisch gleichwerthige Bildungen, die secundären Haustorien, zu entsenden. Das Einzelexemplar der *Orobanche* ist alsdann nicht auf eine oder mehrere Wurzeln desselben Wirthes angewiesen, es vermag, und das kommt besonders bei den Bewurzelungsverhältnissen unserer den Boden in hohem Grade ausnutzenden Culturpflanzen in Betracht, auch mehrere Wirthe zu seiner Ernährung heranzuziehen.

An der Ausbildung der jungen Knolle betheiligen sich, abgesehen von der verkorkten Epidermis, sämmtliche Zellen eines bestimmten, direkt dem primären Haustorium anstossenden Keimfadenstückes. Durch Theilungen, vorzugsweise parallel der Wachsthumsachse des letzteren, erstarkt das junge Organ. Es besitzt nach aussen mehr kubische, kleine, peri- und antiklin auf die Kugeloberfläche theilende Zellen, nach dem Centrum mehr gestreckte Zellformen.

Verglichen mit der Gesammtlänge des Fadens, ist das in die Knollenbildung übergehende Theilstück quantitativ kein sehr beträchtliches. Es beträgt im Durchschnitt etwa den fünften Theil. Da die Länge des Keimlings von den mehr oder minder günstigen Vorbedingungen für sein Eindringen in die Nährwurzel abhängt, die Knolle dagegen in annähernd gleicher Stärke angelegt wird, so sind genaue Angaben nicht möglich.

Inzwischen hat das nicht in die Verdickung eingetretene sterile Keimfadenstück seine physiologische Aufgabe — die Zuleitung der Nährstoffe des Endosperms des Samens nach der in die Nährwurzel eindringenden Keimspitze — erfüllt (*Orobanche speciosa*) und stirbt, von Ausnahmen wird später noch die Rede sein, ab. Als zusammengeschrumpftes Anhängsel findet man es oft noch an dem knolligen Organ, dessen anschliessender, oberer Theil, im Gegensatz zu dem in der Nährwurzel haftenden, als freier Pol bezeichnet werden möge.

An diesem entstehen die Stammvegetationspunkte. Sie sind endogenen Ursprungs. Von ihnen wird gewöhnlich der erste schon vor dem Absterben des sterilen Keimstückes etwas seitlich vom freien Pol angelegt, während weitere, meist etwas später, aber ebenfalls in der polaren Region entstehen. Ihre Zahl richtet sich nach der Leistungsfähigkeit der zugehörigen Nährwurzel. Kommen zwei neue Achsen gleichzeitig zur Anlage (*Orobanche ramosa* und *speciosa*), so werden sie häufig, unter seitlicher Verwachsung, zu Zwillingsbildungen.

Der Stammvegetationspunkt, speciell dessen Scheitel, entwickelt sich gewöhnlich aus der vierten Zelllage der jungen Knolle. Schnitte durch diese in der Richtung der Meridianebene lassen hier acht bis zwölf in eine Reihe geordnete grössere, durch dichtes Protoplasma ausgezeichnete Zellen hervortreten, welche durch annähernd senkrecht auf die Organoberfläche, sowie zu dieser periklin gestellte Wände in je vier Töchterzellen zerfallen. Insoweit die Derivate nach aussen liegen, nehmen sie, unter Abplattung ihrer später in die Scheitelfläche des Vegetationspunktes übergehenden Aussenwände, ein dem Dermatogen entsprechendes Gefüge an. Hier entsteht, durch Trennung der gemeinsam der Neubildung und den deckenden Zellen des Mutterorgans angehörenden Zellmembranen, ein intercellularer Spalt.

Die Endglieder der sich zuerst theilenden Zellreihe erheben sich schon bei Beginn der Theilungsvorgänge über den Scheitel des neuen Vegetationspunktes. Aus ihnen entwickeln sich die an diesem spiralig angeordneten ersten, nur wenig Zelllagen starken Blätter. An ihrer Basis mit den Zellen des Mutterorgans in Zusammenhang stehend, wachsen sie langsam in den intercellularen Spalt und decken damit nach und nach die meist ziemlich massiv angelegte Scheitelfläche.

Die Ausbildung der tieferen Lagen der neuen Achse hat inzwischen Fortschritte gemacht. Aehnlich der zuerst sich theilenden Zellreihe der Knolle sind anschliessende innere Schichten in zunächst mit dem Dermatogen und Periblem gleichverlaufende, dann einen quantitativ bedeutenden Initialkörper des Pleroms zusammensetzende kleine Zellformen übergeführt worden. Die Neuanlage entspricht, hinsichtlich ihrer Zellanordnung, jetzt einem starken dicotylen Stammvegetationspunkt.

Erwähnenswerth sind die Unregelmässigkeiten bei dem Aufbau des Dermatogens. Obwohl dieses bereits im frühen Entwicklungsstadium für den Organabschluss herangebildet wird, kann es ganz oder theilweise wieder aus dem Zellenverbande der jungen Sprossanlage ausgeschaltet und durch die nächstfolgende, ursprünglich für das Periblem bestimmte Lage ersetzt werden. Mit einer derartigen Zellabstossung, an welche sich das Dermatogen der in die ersten Blätter übergehenden Endglieder des ursprünglichen Theilungsheerdes nicht zu betheiligen pflegt, geht eine mehr oder minder vollständige Isolirung der betroffenen Zellen Hand in Hand. In Gemeinschaft mit den sie deckenden, grosszelligen, ebenfalls in ihrem Verband gelockerten Elementen des Mutterorgans werden sie durch den aus dem letzteren herauswachsenden jungen Vegetationspunkt zusammengedrückt und aus dem intakten Gewebe der Knolle herausgestossen. Ueber dem zarten Scheitel der hervorgetretenen Achse liegt alsdann eine ziemlich starke Decke, welche diesem fürs erste einen ziemlich ausgiebigen Schutz gewährt. Später treten die bereits angelegten, sowie noch zur Anlage kommenden Schuppenblätter an deren Stelle. Auch diese bleiben nicht lange erhalten. In dem Masse, als neue entstehen, gehen die ersten äusseren ein und vertrocknen oder faulen.

In der physiologischen Leistung der Schutzdecke wie der ersten Blätter liegt bereits die Erklärung der endogenen Entstehungsweise der Stammvegetationspunkte der *Orobanchen.* Eine organische Betheiligung der Epidermis des Mutterorgans nach Art der oberirdisch entstehenden derartigen Vegetationspunkte der höheren Gewächse ist schon desshalb ausgeschlossen, weil die betreffende Zelllage bereits früh unter Verkorkung zum Schutze der jungen Knolle herangezogen wurde. Die ähnliche Verwerthung der nächstfolgenden, theilungsfähigen Zellschicht würde die Anlage eines nahezu freien Vegetationsscheitels zur Folge haben, welcher bei seinem zunächst unterirdischen Wachsthum, trotz der Fähigkeit, seine Dermatogenlage aufzugeben, wesentlich gefährdet wäre. Eine endogene Entstehung dagegen bietet der Neuanlage die Vortheile eines rechtzeitigen und genügenden Schutzes gegen äussere Einflüsse.

Achselsprosse werden über den den letztgenannten Zwecken dienenden ersten Blättern nicht vorgefunden. Die ferneren derartigen Bildungen sind bei *Orobanche ramosa* die Deckblätter von Seitensprossen. Bei anderen, sich nicht verzweigenden Arten (*Orobanche speciosa*) gehören sie der in der unterirdischen Knospe bereits angelegten Inflorescenz, also der floralen Region an.

Gleichzeitig mit dem ersten Stammvegetationspunkt entwickeln sich auch die Wurzeln der *Orobanchen.* In sehr bedeutender Zahl entstehen sie an der dem primären Haustorium anstossenden Halbkugel der jungen Knolle und bedecken die letztere vollständig. Nicht selten greift sogar die Wurzelbildung über die äquatoriale Zone hinaus, um bis zur polaren Gegend, also zur Basis des oder der jungen Sprosse vorzudringen.

Ebenso wie bei den letzteren ist auch die Entstehungsweise der Wurzeln keine dem dicotylen Entwicklungstypus entsprechende. Sie werden nahezu oberflächlich und vollkommen unabhängig von dem trachealen System des Mutterorgans angelegt. Eine gegenüber den Stammvegetationspunkten geringe Zahl meist der zweiten oder dritten Reihe der Knolle angehörender Zellen geht, wie in der Richtung der meridianen oder aequatorialen Ebene geführte Schnitte zeigen, unter Vergrösserung und Hervorwölben aus ihrem Verband Theilungen peri- und antiklin der Wölbung ein. Hier entsteht der steile Scheitel der jungen Wurzel. An ihm ordnen sich die plasmareichen Derivate des Theilungsheerdes zu einem scharf ausgeprägten, jeder auf eine Wurzelhaube hinweisenden Theilung entbehrenden Dermatogen, welches zwei bis drei Initialcurven des Periblems deckt. Seitlich münden diese, unter doppelter oder dreifacher Vermehrung ihrer Reihen, in die grosszelligen Rindenlagen des Mutterorgans. Hier bleibt der organische Anschluss auch fernerhin erhalten. Den quantitativ verhältnissmässig schwachen Initialkörper des Pleroms legt meist nur eine dem Periblem anstossende innere Zelle unter Theilungen vorzugsweise parallel der Wachsthumsachse der Wurzel an, und diesem Theilungsmodus folgen dann noch schärfer die unterstellten tieferen Zellen der Knolle. Bis gegen deren Centrum und die hier vorhandenen trachealen Zellformen sich fortsetzend, resultirt aus derartigen Theilungen ein in das parenchymatische Grundgewebe des Mutterorgans eingebetteter Zellstrang, dessen gestreckte Elemente sich nach und nach zu Tracheiden ausbilden.

Bricht die junge Wurzel aus der Knolle heraus, so haften an ihrer Spitze, in mehr oder weniger isolirtem, abgestorbenem Zustande, die durchstossenen Zellen der Epidermis und der ersten Rindenlage des Mutterorgans. Bei dem geringen Längenwachsthum der Wurzeln (dieselben werden bei *Orobanche ramosa* und *speciosa* nicht über 5 *cm* lang) scheint der Schutz, welchen so wenige Zellen zu gewähren im Stande sind, in den meisten Fällen zu genügen. Andernfalls werden, entsprechend den Vorgängen am Stammvegetationspunkt, Dermatogenabschnitte, wenn nicht das gesammte Dermatogen, unter Absterben und Verborken als Schutzlage verwandt, ja es ist die gleiche Verwerthung der ersten Periblemschicht nicht ausgeschlossen. Eine Wurzelhaube erscheint somit entbehrlich.

Gelangen die zuletzt beschriebenen Organe an weitere Nährwurzeln, so legen sie sich diesen fest an, und es erfolgt an der Contactstelle, soweit ich das beobachten konnte, ausgehend von der ersten lebenden Zelllage der Parasitenwurzel, der Eintritt in den Wirth. Durch direktes Einwachsen einer Zellgruppe in das Nährgewebe und unter Anschluss und Anschwellung der Rinde der Schmarotzerwurzel entstehen die secundären Haustorien. Gegenüber den primären derartigen Bildungen, mit denen sie im Bau sonst annähernd übereinstimmen, zeigen sie in ihrer Nährwurzel ein freieres, etwa den Haustorien der *Cuscuten* entsprechendes Wachsthum. Im Anschluss und ausgehend von dem Gefässbündel des Wirthes führt ein mehr oder minder starker, grossentheils aus Tracheiden bestehender Zellstrang durch das secundäre Haustorium und vereinigt sich in dessen Mutterorgan mit dem hier vorhandenen achsilen Bündel. Die trachealen Elemente des letzteren sind willkürlich gestellt und erinnern in keiner Weise an die regelmässige Anordnung derartiger Formen in der Wurzel der höheren Gewächse. Auch die Schutzscheide fehlt vollständig.

Eine Ausbildung von Stammvegetationspunkten habe ich an den Wurzeln von *Orobanche* nie beobachtet.

Der zur Anlage der jungen Knolle führende, oben bereits erwähnte Theilungsmodus bleibt fürs erste, bis die Neubildung etwa zur Grösse einer kleinen Erbse gefördert ist, beibehalten. Alsdann — die Wurzel und Stammvegetationspunkte sind bereits angelegt — erlischt von aussen nach innen vorschreitend, die Theilungsfähigkeit. Unter der zarten Borke entsteht eine quantitativ recht beträchtliche, aus grosszelligen parenchymatischen Elementen zusammengesetzte Rinde. Im Innern der Knolle hat sich inzwischen, in der Richtung einer durch die Pole gelegten Achse, ein ziemlich massiver, trachealer Strang ausgebildet. Er beginnt, im Anschluss an die Gefässzellen der Nährwurzel, in dem zuerst entstandenen Theil des primären Haustoriums und tritt, nachdem er durch dessen seitliche Auswüchse eine Verstärkung erhalten hat, in die junge Knolle, um mit dem Ueberschreiten der aequatorialen Gegend zunächst blind zu endigen. Seine histologischen Elemente sind in der Richtung der genannten Achse gestreckte Zellen, sowie die aus ähnlichen Formen hervorgegangenen Tracheiden, welch letztere Neigung zeigen, sich zu einem Hohlcylinder zu ordnen. Den zwischen diesem und der Rinde befindlichen Zellen bleibt die Theilungsfähigkeit erhalten. Das Gleiche kann der Fall sein bezüglich einzelner, im Strange selbst liegender, noch nicht in die Tracheidenbildung übergegangener Zellformen. Das fernere Dickenwachsthum der jungen Knolle, an dem sich früher sämmtliche, noch nicht aus dem lebenden Gewebe ausgeschalteten Zellen betheiligten, wird somit, in Annäherung an die Entwicklungsweise von Stamm und Wurzel der höheren Gewächse, an eine, dem trachealen System anliegende, Zone übertragen.

Wie wir bereits sahen, setzt sich der Scheitel der jeweiligen Wurzelanlage in tracheale Verbindung mit dem Hauptstrang der Knolle. Insoweit derartige Verbindungsstränge den nahe der Basis der Stammvegetationspunkte entstandenen Wurzeln zugehören, gehen sie unter Neigung zu welligem Verlauf nach dem blinden Ende des Centralstranges. Sie schliessen dieses ab, nachdem sich ihnen zuvor weitere Stränge etwa der aequatorialen Zone entspringender Wurzeln, angeschlossen haben. Die grössere Masse der Wurzelstränge verläuft dagegen ziemlich scharf gegen das Centrum der Kugel. Auch bei ihnen kommt es vor, dass sich mehrere Bündel vereinigen und nach dem Centralstrang etwa in ähnlicher Weise führen, wie die Porenkanäle verzweigter Poren nach dem Lumen einer sklerenchymatischen Zelle. Der jetzt noch ziemlich regelmässige Bau der Knolle wird bei deren fernerem Dickenwachsthum ein sehr unregelmässiger. Zu den bereits genannten theilungsfähigen Zellformen des Centralstranges kommen noch die entsprechenden der stärkeren neuen Stränge hinzu. Die über den trachealen Bündeln abgetheilten Zellen verstärken theils das parenchymatische Grundgewebe, theils werden sie in tracheale Verbindungsstücke der bereits vorhandenen Stränge übergeführt. Die theilungsfähigen, in den Bündeln selbst gelegenen Zellen können die ihnen zugehörigen Stränge auseinanderschieben und unter willkührlicher Abänderung des Verlaufs, in verschieden starke Theilstücke spalten. In Knollen von einem Durchmesser von 6—10 *mm* sind die trachealen Bildungen in Bezug auf ihren Lauf nicht mehr zu verfolgen. Sie anastomosiren aufs ausgiebigste und bilden, indem sie kreuz und quer durch das Grundgewebe ziehen, in diesem ein aus verschieden starken Gliedern zusammengefügtes, maschenförmiges Gerüst. Diesem dürften, bei dem Fehlen stärker verdickter Zellformen auch mechanische Aufgaben zufallen.

Berücksichtigt man die Entwicklungsweise der Knolle, so lässt sich für die nahezu exogene, von dem trachealen System des Mutterorgans unabhängige Entstehung der Wurzeln der *Orobanchen* unschwer eine

Erklärung finden. Für unsere Pflanze ist, im Hinblick auf die physiologische Function derartiger Organe, deren thunlichst frühe und reichliche Entwicklung von Bedeutung. Beiden Anforderungen wird entsprochen, da die oberflächliche Entstehung einestheils den vorschreitenden inneren Ausbau der noch in frühen Theilungsstadien befindlichen Knolle kaum beinträchtigt und anderntheils die für eine grössere Wurzelzahl günstigere räumliche Ausnutzung der Kugeloberfläche zulässt.

Der unregelmässige Bau des knolligen Organs der *Orobanchen* macht nur an einer Stelle — die der Entstehung der Stammvegetationspunkte — einem regelmässigeren Platz. Entsprechend den mehr oder minder günstigen Ernährungsverhältnissen erhält der junge Parasit hier ein bis vier Sprossanlagen.

Bei einer derartigen, gewöhnlich seitlich von dem freien Pol gestellten Bildung entstehen unter deren Scheitel acht bis zehn, entsprechend dem dicotylen Entwicklungstypus kreisförmig gestellte Procambiumbündel. In dem Plerom der Neuanlage zur Ausbildung gebracht, setzen sie sich, unter beträchtlicher Erweiterung des Kreises, in das Mutterorgan fort und münden in den flachen Trichter, welcher von den trachealen Strängen der nahe der Basis der Stammvegetationspunkte entstandenen Wurzeln im Anschluss an das blinde Ende des Centralstrangs der Knolle gebildet wird. Der Kugelabschnitt der letzteren, in welchem diese Vereinigung erfolgt, geht unter normalem Bau, sammt dem anschliessenden Stammstück des austreibenden Sprosses, in die Stammbasis über. Der spätere, oberirdische Theil des Schmarotzers, also der aus der endogenen Stammanlage hervorgegangene Blüthenstand, mündet somit unterirdisch in der angeschwollenen, wurzellosen Basis, welche ihrerseits ein Theilstück der wurzeltragenden, histologisch durchaus eigenartig gebauten Knolle ausmacht, die mit dem primären Haustorium ihrem Wirthe aufsitzt. Letztere kann mit ihren Seitenorganen als Wurzelstock bezeichnet werden.

Zwei gleichzeitig und nahe beieinander entstandene Vegetationspunkte verwachsen gewöhnlich seitlich miteinander. Unter Vereinigung ihrer Procambiumbündel an der Contactstelle wird ein Gefässbündelkreis geschaffen, der in die gemeinsame Stammbasis, welche sich der oben geschilderten gleich verhält, verläuft.

Complicirter gestalten sich die Verhältnisse bei der successiven Entstehung zweier oder mehrerer Sprosse. Die nachkommenden derartigen Bildungen — einerlei ob Zwillinge oder nicht — können sich verschieden entwickeln und werden entweder, in Uebereinstimmung mit den bereits besprochenen Fällen, basal mit der Mutterknolle zu einem gemeinsamen Ganzen ausgebildet, oder es findet eine Art Abgliederung von dieser statt, indem der oder die neuen Sprosse an ihrer Basis zu secundären Knollen heranwachsen. Letztere erhalten, unter gleichem Bau wie das primäre derartige Organ, Wurzeln. Diese stimmen ihrer

Anlage und Entwicklung nach mit den entsprechenden Gebilden erster Ordnung überein; sie sind im Stande, sich ferneren Nährwurzeln anzusaugen. Damit ist für die Tochterknolle die Möglichkeit einer eigenen Existenz geboten. Eine solche dürfte — ganz abgesehen von den Fällen, bei welchen durch Gefährdung oder Absterben der Mutterpflanze eine thatsächliche Isolirung erfolgt — im grossen und ganzen auch dann vorhanden sein, wenn, wie das meist vorkommt, die verschiedenen Glieder eines Wurzelstockes seitlich noch zusammenhängen. Letztere Verbindung, die übrigens leicht Anlass zu der Annahme einer Verwachsung mehrerer Individuen zu einer Pflanze gibt, dient wohl weniger einem regelmässigen, in biologischer Hinsicht bedeutsamen Stoffaustausch. Physiologisch dürfte sie erst dann in Betracht kommen, wenn vorübergehende Ernährungsstörungen das eine oder andere der angeschlossenen Glieder in seiner Entwicklung beeinträchtigen.

Der letztere Ausbildungsmodus der endogenen Sprossanlage entspricht somit mehr einer ungeschlechtlichen Vermehrung. Der erstere dagegen nähert sich einer normalen seitlichen Verzweigung an der, in unserem Falle mit der voranschreitenden Entwicklung des ersten Stammvegetationspunktes gegebenen Achse.

Die Entwicklung der jungen Sprosse ist fast nie eine gleichzeitige und gleichmässige. Selbst unter sehr günstigen Ernährungsbedingungen wachsen sie nur nach und nach zu Blüthenständen aus. Dabei werden fortwährend neue endogene Stammvegetationspunkte an dem Wurzelstock zur Anlage gebracht, es scheint die Zahl der letzteren nicht beschränkt zu sein. Eine ordnungsmässige Entstehungsfolge an dem Mutterorgan lässt sich für sie ebensowenig feststellen, wie für die Wurzeln.

Gräbt man blühende Exemplare von *Orobanche speciosa* aus, so findet man, falls diese starken Nährwurzeln aufgesessen haben, einen von einem dicken Wurzelballen umgebenen Wurzelstock von 3—5 *cm* im Durchmesser. Ihm entspringen drei bis vier oberirdische, theils abgeblüthe, theils aufblühende Blüthenstände, ferner öfter eine eben über die Erde tretende Zwillingsbildung, die sowohl zu gesonderten Inflorescenzen auswachsen, als auch verbändern kann, endlich ein bis fünf noch unterirdische Sprosse der verschiedensten Entwicklungsstadien. Schwächere Exemplare sind entsprechend reduzirt. Der äusserste, übrigens seltene Fall ist mit einer Inflorescenz gegeben.

Gegenüber der reichlichen Sprossanlage an dem Wurzelstock von *Orobanche speciosa* ist die hier weniger ausgiebige *Orobanche ramosa* zu nennen. Das Endresultat — die über die Erde gesandten Blüthenstände — kann indessen, bei der Fähigkeit dieser Species sich axillär zu verzweigen, das gleiche sein.

Wir gingen seither von der Annahme aus, dass der fadenförmige Keimling des Parasiten nur eine Knolle anlegt, dass er über dieser abstirbt. Beides ist nicht ausnahmslos richtig. Aus einem Faden können zwei, vielleicht auch mehr derartige Organe hervorgehen, es ist anderntheils nicht ausgeschlossen, dass auch das Plumulaende als Vegetationspunkt benutzt und dementsprechend ausgebildet wird.

In dem ersten, von mir an *Orobanche speciosa* beobachteten Fall, trat bald nach Anlage des primären Haustoriums, und nahezu gleichzeitig mit derjenigen der ersten Knolle, ein dieser anstossendes Keimfadenstück in ein Dickenwachsthum ein. Dieses führte zu einer neuen, der ersteren an Grösse nachstehenden Knolle, welche nach dem Absterben des über ihr befindlichen, nach der Plumula und dem Endosperm führenden Keimfadenstücks hinsichtlich ihrer Ernährung längere Zeit auf das benachbarte, gleiche Organ angewiesen war. Mit letzterem durch ein entwicklungsgeschichtlich aus dem Keimfaden hervorgegangenes, nicht besonders starkes Verbindungsglied in Zusammenhang, bleibt dieser auch dann noch gewahrt, wenn bereits die endogenen Stammvegetationspunkte angelegt sind und die eigene Existenz der Knolle durch reichliche Wurzeln und deren haustorialen Anschluss an einen oder mehrere Wirthe, gesichert ist. Mit den oben geschilderten secundären Knollen stimmen die eben beschriebenen hinsichtlich ihrer Ausbildung somit überein. Nur die morphologische Dignität beider ist eine verschiedene. Dort haben wir Glieder verschiedener Ordnung, hier gleichwerthige, einer gemeinsamen Achse entstammende Schwesterbildungen.

Hinsichtlich des zweiten, häufiger bei *Orobanche ramosa*, seltener bei *Orobanche speciosa* eintretenden Falles, scheinen neben besonderen Eigenschaften der Species die für den Parasiten mehr oder minder günstigen Keimungsbedingungen in Betracht zu kommen. Findet der Keimling möglichst rasch Gelegenheit in die Nährwurzel einzudringen, so erlangt er nur eine mässige Länge. Damit kann das von der polaren Gegend der sich entwickelnden Knolle nicht zu entfernte, noch im Endosperm des Samens geborgene Plumulaende zu der Herstellung eines Stammvegetationspunktes herangezogen werden. Dasselbe ist für diesen Zweck, vielleicht in Anbetracht seiner zweifelhaften Verwerthbarkeit, nur den Grundzügen nach angelegt. Der Embryo erhielt an seiner oberen Hälfte, neben einem in den ersten Entwicklungsstadien stehenden Dermatogen, die Anfänge eines der Differenzirung in Periblem und Plerom entbehrenden Füllgewebes. Die rückständigen Theilungen werden jetzt nachgeholt. Peri- und antikline Wände fördern den jungen Vegetationspunkt zu dem normalen Aufbau; er verdrängt nach und nach das ausgesogene Endosperm und bleibt von der Testa des Samens vorerst bedeckt. Diese schützt den zarten Scheitel bis zu dem Zeitpunkt, wo die an ihm angelegten ersten Blätter, entsprechend den Vorgängen an dem endogen entstandenen Spross diese Rolle übernehmen.

Das fadenförmige, entwicklungsgeschichtlich der radicularen Hälfte des Embryo entstammende Verbindungsstück zwischen Vegetationspunkt und Knolle, das nach dem Gesagten in den Einzelfällen verschieden lang sein wird, zeigt bei seiner Verdickung Theilungen von geradezu schablonenhafter Regelmässigkeit. Besonders bei längeren Cylinderstücken ist durch die scharf transversal sowie senkrecht auf diese gestellten Wände die Aehnlichkeit mit manchen Algen, beispielsweise mit *Stypocaulon*, eine überraschende. Diese kann geradezu als unterscheidendes Merkmal zwischen normal und endogen entstandenen Sprossen benutzt werden. Mit einer bestimmten Dicke des Verbindungsstücks bilden sich in ihm, einestheils anschliessend an ähnliche Bildungen im Plerom der Plumula, anderntheils an die trachealen Wurzelstränge der Knolle, kreisförmig gestellte, zu Unregelmässigkeiten neigende Procambium- und Gefässbündel. Gedeckt ist das Organ durch eine schon frühzeitig aus den oberen 2 — 5 Zelllagen entstandene Borke. Sie ist ungleich stark und verläuft nach oben in die Basis der eine ähnliche Beschaffenheit zeigenden ersten Blätter.

Bei zweifelhafter Länge des über der primären Knolle sich entwickelnden Keimfadenendes kann dieses auf halbem Wege stehen bleiben, um vollständig aufgegeben oder vielleicht später weiter gefördert zu werden.

Durch die zuletzt geschilderten Vorgänge wird die Entstehung und Ausbildung der endogenen Sprosse nicht wahrnehmbar beeinflusst. Entsprechend seinem morphologischen Werthe, kann entweder das Plumulaende des Keimlings in den ersten Blüthenstand übergeführt werden, und dann bildet dieser mit der primären Knolle zusammen die Hauptachse, an welcher die endogenen Glieder als Seitenbildungen erscheinen, oder der umgekehrte Fall tritt ein, und dann stellt ein endogener Spross — meist neben selbständiger Knollen- und Wurzelanlage der normalen — eine scheinbare Hauptachse her.

Nach dem Mitgetheilten weicht die Keimung der *Orobanchen* sehr wesentlich von derjenigen der höheren Gewächse ab. Die im Samen angelegte primäre Achse wird nicht wie bei diesen in ihrer Gesammtheit zu dem neuen Individuum herangebildet, von ihr entwickelt sich meist nur ein quantitativ sehr unbedeutendes, der radicularen Hälfte des Embryo entstammendes Stück. Umgekehrt wie bei den *Cuscuten*, welche das nach den ersten Keimungsstadien überflüssige Wurzelende eingehen lassen, um unter Verwendung seiner Nährstoffe ein ausgiebigeres Wachsthum und damit mehr Chancen zur Erreichung einer Nährpflanze zu erhalten, giebt die *Orobanche*, wahrscheinlich ähnlicher physiologischer Vortheile halber, ihr Stammende auf. Ungeachtet der Eigenschaft des Samens, nur im Contact mit der Nährwurzel zu keimen, ist, da nicht alle Partieen der letzteren für ein leichtes Eindringen geeignet sein werden, eine gewisse Wachsthumsfähigkeit des Keimlings wünschenswerth, welche bei Rücksichtnahme auf die thunlichste Ausnutzung des einmal zu Gebote stehenden Nährstoffmaterials, in der angedeuteten Weise am einfachsten ermöglicht wird.

Zu der höheren Entwicklungsform, derjenigen der Erhaltung der gesammten primären Achse, greift der Parasit nur unter sehr günstigen Keimungsverhältnissen zurück. Dessenungeachtet macht der Vorgang nicht den Eindruck des normalen, er trägt vielmehr lediglich den Charakter der gelegentlichen Verwerthung der vorhandenen Stammanlage.

In Bezug auf die Schnelligkeit der Ausbildung hängt die *Orobanche* ganz von ihrem Wirthe ab. Sät man beide Pflanzen gleichzeitig in Töpfe und setzt man — indem man die Culturen nach etwa vier Wochen ins freie Land bringt — die Nährgewächse unter die günstigsten Entwicklungsbedingungen, so tritt *Orobanche ramosa* meist nach 2½, *Orobanche speciosa* nach 3 Monaten in die Blütheperiode ein. Die Beeinträchtigung der Nährpflanze in Folge eines Belassens in den Töpfen genügt bereits, um die Blütheperiode um 4—6 Wochen hinauszuschieben und sie qualitativ wie quantitativ zu einer wenig ausgiebigen zu gestalten. Topfculturen, die Mitte August begonnen waren und im Winter im Kalthaus fortgeführt wurden, erwiesen sich für den Parasiten noch ungünstiger. Die Nährpflanzen (*Vicia Faba*), welche bis Mitte Januar nahezu ihren Entwicklungsgang in einer unter diesen Verhältnissen befriedigenden Weise beendigt hatten, schienen nicht energisch genug vegetirt zu haben, um ein nennenswerthes Vorschreiten der *Orobanche* zu gestatten. Oberirdisch erschien sie überhaupt nicht, fand sich aber, wie die Untersuchung der Wurzel lehrte, hier vor und war nach 5 Monaten in einem Entwicklungsstadium, das unter günstigen Verhältnissen in der gleichen Wochenzahl hätte erreicht werden können.

Umgekehrt beeinflusst aber auch der Schmarotzer seinen Wirth. Ist letzterer (*Vicia Faba*) nur mässig in Anspruch genommen, so drückt sich das in einer Verlängerung seiner Vegetationszeit aus. Parasitenfreie Pflanzen des freien Landes gingen 3—4 Wochen früher ein, als von dem Schmarotzer befallene, sonst unter gleichen Bedingungen vegetirende. Ein stärkeres Heranziehen des Nährgewächses dagegen macht sich an diesen schon früh durch eine mehr oder minder wesentliche Beeinträchtigung des Wuchses bemerkbar. Umfangreiche Culturen von Hanf mit *Orobanche ramosa* im freien Land zeigten dessen Zurückbleiben in den verschiedensten Abstufungen. In den leichteren Fällen — bei Vorhandensein von einschliesslich der achsillären Zweige 10—15 Blüthenständen — gelangte der Hanf unter halber Höhe noch zu einer allerdings unter der normalen stehenden Blüthe- und Fruchtbildung. Letztere schwindet oder verkümmert mit Zunahme des Parasiten. Hanfpflanzen, welche etwa 40 Inflorescenzen trugen, erreichten nach 3 Monate langer Vegetationszeit, unter völliger Unterdrückung der Blüthe, nur eine Höhe von 1½ Fuss.

Die einzelnen Orobanchenspecies dürften auf einer weit grösseren als der bekannten Zahl von Nährpflanzen ihr Fortkommen finden. *Orobanche ramosa* wenigstens brachte ich mit leichter Mühe auch auf *Vicia Faba* zur vollständigen Entwicklung. Diese nahm nur etwas längere, etwa mit *Orobanche speciosa* übereinstimmende Zeit in Anspruch. Umfangreichere Versuche in dieser Richtung habe ich eingeleitet und werde über sie sowohl wie über die mehrjährigen Orobanchenarten, welche ich seither absichtlich ausser Acht gelassen habe, in einer späteren Mittheilung berichten. Die einschlägige Literatur endlich soll erst bei der ausführlichen Publication ihre Berücksichtigung finden.

27. A. Tschirch: Zur Morphologie der Chlorophyllkörner. (Notiz.)

Eingegangen am 22. April 1883.

Nachdem meine erste Mittheilung über das Chlorophyll (No. 17 in dies. Ber.) bereits im Drucke, die zweite (No 23) im Manuskripte nahezu fertig war, erhielt ich eine Arbeit von Arthur Meyer „Ueber den Bau und die Bestandtheile der Chlorophyllkörner der Angiospermen“[1]), in der zwar auch Bestätigungen einiger, von mir in vorstehenden Mittheilungen gemachter Angaben enthalten sind, in der sich jedoch auch eine Anzahl von Differenzpunkten vorfindet, auf die ich mit einigen Worten eingehen muss, trotzdem ich eigentlich beabsichtigte, auf die morphologischen Verhältnisse der Chlorophyllkörner, die ich ebenfalls, namentlich soweit sie die Krankheits- und Todeserscheinungen derselben betreffen, eingehend studirt habe[2]), erst später zurückzukommen.

Was zunächst die von Meyer (pag. 4) für ein durch Quellung entstandenes Kunstprodukt erklärte Hyaloplasmahaut (Plasmamembran) betrifft, so muss ich auf das Bestimmteste behaupten, dass sie in den von mir als besonders charakteristisch bezeichneten Fällen sicher kein Kunstprodukt ist. Ich sah sie nämlich deutlich und zweifellos bei den Chlorophyllkörnern lebender Zellen von Wasserpflanzen, besonders schön bei *Elodea canadensis* und verschiedenen Arten der Gattung *Nitella.*[1]) Hier ist gar nicht daran zu denken, dass durch das Liegen in Beobachtungstropfen pathologische Veränderungen in den Körnern vor sich gehen können, da Wasser das natürliche Medium dieser Pflanzen ist. Zudem hat man in dem Vorhandensein der Plasmabewegung in den beiden genannten Fällen genügende Gewähr, dass die Zellen am Leben sind und normal funktioniren.

---

[1]) Inauguraldissertation, Strassburg 1883.

[2]) Beiträge zur Hypochlorinfrage, p. 127.

Die Chlorophyllkörner bei *Nitella* berühren sich nicht nur, sondern sind so dicht an einander gerückt, dass sie sich sogar deutlich polyedrisch gegen einander abplatten. Dennoch liegen die grün tingirten Theile der Körnchen nicht an einander, sondern sind vielmehr durch eine allseitig gleich breite hyaline Zone von einander getrennt. Bestände diese Zone aus homogenem Plasma, das nicht zum Korne gehört und in welches die Körner nur eingebettet wären, so wäre nicht einzusehen, warum sich dann die Körner, die sich in diesem Falle dann ja gar nicht berühren würden, gegen einander abplatten sollten, sie würden dann vielmehr die natürliche elliptisch runde Form besitzen wie alle in Plasma eingebetteten, sich nicht berührenden Chlorophyllkörner, z. B. die frei im Strome der *Elodea*zelle schwimmenden. Die Körner müssen daher hier eine farblose Plasmamembran besitzen, die sie allseitig umgiebt und einen integrirenden Bestandtheil des Kornes bildet. Wenn man sorgfältig zusieht, erkennt man auch deutlich nicht nur die hyaline Zone um jedes Korn und die Trennungslinien der Körner, sondern sieht auch hie und da, wo die Körner nicht dicht an einander liegen und daher mehr abgerundet sind, schmale, dunkler erscheinende, mit Körnerplasma erfüllte Zwischenräume zwischen denselben. Nur durch Annahme einer Plasmamembran wird die polyedrische Form der Körner, deren grüne centrale Theile sich wie gesagt nicht berühren und die in ihrer Form doch sich so zweifellos gegenseitig bedingen, dass es unmöglich ist, hier an etwas Anderes als gegenseitige enge Berührung zu denken, verständlich. Die Plasmamembran wird aber auch unzweifelhaft sichtbar, wenn man durch Exposition einer Stelle der *Nitellen*zelle im Sonnenbilde eines photochemischen Pringsheim'schen Instrumentes[2]) eine Anzahl der Körner von der Wandung in den Pharmastrom hinabwirft. An den Rändern einer solchen

---

1) Diese beiden Objekte eignen sich schon deshalb sehr gut zur Beobachtung lebender Chlorophyllkörner, da man ihre Zellen selbst mit starken Linsen beobachten kann ohne es nöthig zu haben, Schnitte herzustellen. Meyer hat seine Beobachtungen nur an Schnitten gemacht.

2) Untersuchungen über Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion. Tafel XXVI, Fig. 2.

„nackten Stelle“[1]) erscheint die Plasmahaut der dort liegenden Körner so klar und deutlich, dass ich niemals im Zweifel war, dass sie vorhanden sei. Das Gleiche gilt von den am Interferenzstreifen liegenden Körnerreihen.

Ebenso deutlich wie hier sah ich die Plasmamembran, die ja auch Nägeli in mehreren Fällen beobachtete[2]) und die Pfeffer[3]) aus theoretischen Gründen für alle geformten Plasmakörper, gleichviel ob sie in Körnerplasma eingebettet oder von Zellsaft umgeben sind, postulirt, bei *Elodea.* Wenn das Plasma in den Zellen dieser Pflanze in Bewegung ist, so schleppt es bekanntlich auch reichliche Mengen von Chlorophyllkörnern mit sich fort. So lange diese einzeln im Strome schwimmen, besitzen sie die normale rundliche Form, treibt aber der Strom zwei Körner gegen einander, so platten sie sich ebenfalls gegenseitig gegen einander ab: die Berührungsflächen werden gerade Linien. Alles dies geschieht, ohne dass sich die grünen Theile der Körner berühren, vielmehr liegt auch hier wieder deutlich eine hyaline Zone zwischen ihnen. Treibt dann der Strom, der in verschiedenen Höhen sehr verschiedene Geschwindigkeit besitzt, ein drittes Korn zwischen die beiden anderen, so sieht man deutlich, wie dieses letztere sich mit seinem Vorderende zwischen die beiden einkeilt und wie nun die drei Körner, vom Strom gegen einander getrieben, sich, ohne dass ihre grünen Theile sich berühren, gegenseitig abplatten. Die Plasmamembran ist hier übrigens auch an freischwimmenden Körnern deutlich sichtbar.

Die Leichtigkeit, mit der sich die Chlorophyllkörner gegen einander abplatten, selbst wenn nur ganz schwache Kräfte sie gegen einander treiben, zeigt, dass die Körner aus einer sehr weichen Masse bestehen müssen, die, noch weicher als Gallerte, schon bei der geringsten Berührung Formveränderungen erleidet und nur, wenn von allen Seiten eine noch weichere Substanz als sie selbst sie umgiebt, normal allseitig abgerundete Formen annimmt. Diese Vorstellung von der Consistenz der Chlorophyllkörper ist es auch, zu der ich durch vielfache Beobachtungen an Körnern sicher lebender Zellen seit langem gekommen bin. Eine weitere Stütze erhält diese Vorstellung durch Beobachtungen, die ich an absterbenden Chlorophyllkörnern gemacht habe. Auf das so häufige Homogenwerden der Körner durch Zu-

---

1) Vergl. Pringsheim, Ueber die primären Wirkungen des Lichtes auf die Vegetation in Sitzungsberichte der Berliner Acad. Juni 1881, Taf., Fig 10—13.

2) Nägeli und Schwendener, Das Microscop. I. Aufl. p 553.

3) Osmotische Untersuchungen. Leipzig 1877. p. 147.

Von Pfeffer rührt auch der Name Plasmamembran her für den als gleichbedeutend auch die Bezeichnung Hyaloplasma von dem genannten Forscher angewendet wird.

sammenfallen des Plasmaschwammes habe ich schon vor längerer Zeit ausdrücklich hingewiesen.[1]) Sehr häufig fliessen jedoch auch mehrere Körner zusammen und bilden grössere homogene Massen, die nun keine Struktur des Stromas mehr erkennen lassen. Besonders in jungen Organen (Cotyledonen, jungen Laubblättern), in denen das Chlorophyll bekanntlich bisweilen noch gar nicht geformt auftritt, scheinen die Chlorophyllkörner eine sehr weiche Consistenz zu besitzen. Hier fliessen die Körner sehr leicht schon beim Verletzen der Zellen zusammen. Bei den Chlorophyllkörnern älterer Blätter bleibt die Struktur des Gerüstes meist länger erhalten, ja bisweilen fällt der Plasmaschwamm hier gar nicht zusammen. Alcohol härtet ihn übrigens in allen Fällen, so dass mit diesem Reagenz behandelte Körner niemals zusammenfliessen.

Nitella und *Elodea* sind Beispiele, wo es zweifellos ist, dass durch die Präparation pathologische Veränderungen an den Körnern nicht hervorgerufen wurden, denn man kann beide Objecte monatelang im Tropfen unter dem Deckglase lebend und das Plasma in Bewegung erhalten. Anders bei allen den Pflanzen, bei denen man um die Chlorophyllkörner zu untersuchen, Schnitte herstellen muss. Wenn nun gar diese von Landpflanzen hergestellten Schnitte in Wasser liegend zur Beobachtung kommen, so ist freilich Grund genug vorhanden, pathologische Veränderungen durch die Einlegeflüssigkeit anzunehmen und will es für die Sache daher nicht viel bedeuten, wenn ich auch an den Chlorophyllkörnern aller bisher untersuchten Landpflanzen stets eine Plasmamembran beobachtete. Hier können pathologische Veränderungen vorgekommen sein. Dass sie der Grund des Auftretens der Plasmamembran sind, glaube ich nicht, diese wird wohl auch hier normal vorhanden sein, aber diese Frage lässt sich nicht eher entscheiden, als bis wir die Körner von Landpflanzen in ihrem natürlichen Medium beobachten können. Die einschichtigen Moosblätter, besonders *Mnium*, eignen sich hierzu sehr gut. Auch hier wollte es mir stets scheinen, als ob ausnahmslos eine Plasmamembran um jedes Korn vorhanden sei. Weitere Mittheilungen hierüber muss ich mir für eine im Laufe des Sommers in den landwirthschaftlichen Jahrbüchern erscheinende grössere Abhandlung versparen.

Uebrigens finden sich bei Meyer mehrere Beobachtungen, die man sehr wohl auf die Plasmamembran beziehen kann. So meint Meyer, dass es wahrscheinlich sei, dass seine „Grana“ (auch die des äussersten Randes) „noch von einer feinen Schicht einer stärker lichtbrechenden Masse überzogen“ seien (a. a. O. pag. 15).

Auf die physiologische Bedeutung der Plasmamenbran bin ich

---

1) a a. O. p. 127.

wiederholt zu sprechen gekommen.[1]) Ich fasse sie auf als eine Schutzhülle gegen etwaige schädliche Einflüsse der umgebenden Medien in der Zelle.

Auch an Aleuronkörnern habe ich regelmässig eine Plasmamembran beobachtet,[2]), die, da die Schnitte in Oel beobachtet wurden, ebenfalls nicht pathologischen Ursprunges sein kann.

Auch bezüglich der Vertheilung des Chlorophyllfarbstoffes im Korn bin ich durchaus anderer Ansicht als Meyer. Derselbe glaubt, dass der Farbstoff in Form von Körnchen (grana) in den Plasmaschwamm eingelagert sei und führt eine Anzahl von Erscheinungen, die bei Einwirkung von Reagentien am Korne eintreten, dafür an. Dass das Stroma, wie Pringsheim das Gerüste des Plasmaschwammes nennt, unter dem Einflusse von Reagentien quillt, habe ich bereits anderwärts erörtert und den Vorgang ausführlich beschrieben.[3]) Es war mir dies für das Verständniss des Verlaufes der Hypochlorinreaction wichtig. Die von Meyer publizirten Figuren sagen mir daher in diesem Punkte nichts Neues. Ich habe ähnliche Bilder oft bekommen, doch deute ich sie anders. Ich meine, dass der Chlorophyllfarbstoff wahrscheinlich in einer Flüssigkeit der Art der ätherischen Oele gelöst, den Plasmaschwamm durchtränkt, aber durchaus nicht als homogene Masse das ganze Korn erfüllt, sondern etwa als dichter Wandbeleg die Wandungen der Maschen auskleidet. Es stimmt dies auch zu der Vorstellung, dass der Chlorophyllfarbstoff der zu assimilirenden Kohlensäure die grösstmöglichste Oberfläche darbieten müsse. Das Stroma ist daher nach meiner Auffassung nur schwammartig um diese feine Vertheilung des Farbstoffes zu ermöglichen. — Tritt nun Quellung im Gerüste ein, so wird der Farbstoff auf einen kleineren Raum innerhalb der Maschen zusammengedrängt — thatsächlich erscheinen auch die Maschenräume jetzt entschieden dunkler — und schliesslich sogar aus letzteren herausgepresst.[4]) So ist z. B. Fig. 11 (auf Taf. I) bei Meyer zu deuten. Dass bei diesem Vorgange in den Chlorophyllmassen Vacuolen auftreten können, ist ebenfalls verständlich und überrascht nicht — man braucht dabei noch nicht an eine Degeneration des Farbstoffes zu denken. Den hellen Hof, der um die „grana“ bei Quellung entsteht (Fig. 12a) und

---

1) Allerdings in Arbeiten, die Meyer mit Stillschweigen übergeht. Vergl. Beiträge zur Hypochlorinfrage, Abh. d. bot. Ver. d. Prov. Brand. p. 125 (Mai 1882) und Bot. Centralbl. XII. p. 367. Untersuch. über d. Chlorophyll, Sitzungsber. d. bot. Ver. d. Prov. Brand. XXIV., (April 1882), und Bot. Centralblatt. XI., p. 107.

Auch in vorstehender Abhandlung bin ich darauf zu sprechen gekommen.

2) Vergl. auch Tangl, das Protoplasma der Erbse. Sitzber. d. Wien. Academie. 1877, December. Taf. I., Fig. 1—6

3) a. a. O.

4) Diese Vorgänge sind besonders deutlich an den Rändern der Chlorophyllkörner.

der mir wohlbekannt ist, halte ich für gequollenes Gerüst. Dass die in der Stroma eingelagerten Massen Körnchen wären, habe ich niemals sehen konnen, trotzdem ich seit Meyer's erster Mittheilung[1]) stets darauf achtete.

Es ist mir, wie gesagt, höchst wahrscheinlich, dass ausser dem Chlorophyllfarbstoffe noch andere Substanzen von, dem Chlorophyll sehr ähnlichen, Lösungsverhältnissen in den Körnern vorhanden sind. Warum ich diese Körper als in die Classe der ätherischen Oele gehörig bezeichnete, habe ich oben schon erörtert. Die Beobachtungen und Versuche von Meyer enthalten nichts, was dagegen spräche. Dass der begleitende Stoff sicher kein fettes Oel ist, habe ich ebenfalls schon gleich zu Anfang hervorgehoben.

---

1) Botan. Centralblatt. XII. p. 315.

Sitzung vom 25. Mai 1883.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Klebahn, H., stud. phil. in Jena, Eichplatz.

Möller, Hermann, Dr. in Berlin N., Invalidenstr. 108, III.

Zum ausserordentlichen Mitgliede wird proklamirt:

Herr **Paul Schulz,** Dr. in Berlin.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Richard von Wettstein, Eleve des pflanzenphysiologischen Instituts der Universität Wien, Türkenstr. 3 (durch Wiesner und Burgerstein).

Moritz Fünfstück, Berlin W., Potsdamerstr. 56, II. (durch Schwendener Westermaier).

E. Salfeld, Apotheker in Hannover, Königstr. (durch Andrée und Beckmann).

Brandes, Apotheker in Hannover (durch Andrée und Beckmann).

Als ausserordentliches Mitglied ist vorgeschlagen:

Herr Dr. **Julius Schaarschmidt,** Assistent am botanischen Institut der Universität Klausenburg (durch Ascherson und Magnus).

Mitglieder-Liste. (Fortsetzung).*)

Brehmer, W., Dr. in Lübeck.

Doms, A., Seminarlehrer in Coeslin.

Effner, Kgl. Hof-Gartendirector in München.

Freyhold, Edm. von, Dr. in Pforzheim.

Kühn, Jul., Prof., Dr., Director des landwirthschaftlichen Instituts in Halle a./S.

---

*) Enthält alle diejenigen Mitglieder, welche im Monat Mai ihren Beitrag entrichtet haben. Berichtigungen fehlerhafter Adressen bittet man zu senden an Herrn Dr. A. Tschirch, Berlin N., Invalidenstr. 36.

Kurtz, F., Dr. in Berlin W., Königin-Augustastr. 50.

Liebenberg, Prof., Dr. in Wien, VIII. Reitergasse 17. Hochschule für Bodenkultur.

Lindemuth, H., Kgl. Universitätsgärtner und Docent a. d. landw. Hochschule in Berlin NW., Universitätsgarten.

Moeller, Herm., Dr. in Berlin N., Invalidenstr. 108, III.

***Richter, P.**, cand. phil. in Berlin N., Haidestr. 53a. Hof III.

Schmidt, Aug., Dr., Gymnasiallehrer in Lauenburg in Pommern.

Senft, Dr., Hofrath in Eisenach.

***Stein**, Garten-Inspector in Breslau.

Uhlworm, Dr., Bibliothekar in Cassel.

Weiss, Ad., Prof., Dr. in Prag.

Mittheilungen.

28. C. Kraus: Beiträge zur Kenntniss des Verhaltens der leicht oxydablen Substanzen des Pflanzensaftes.

Eingegangen am 8. Mai 1883.

J. Reinke hat jüngst in wiederholten Publikationen[1]) die Aufmerksamkeit auf gewisse, an der Luft durch Oxydation ausserordentlich leicht veränderliche Bestandtheile der Pflanzensäfte gelenkt und das chemische Verhalten dieser Substanzen zum Ausgangspunkt interessanter physiologischer Erörterungen gemacht. Es ist natürlich zur Beurtheilung der Sachlage und als Prüfstein der von dem erwähnten Forscher aufgestellten Deductionen zunächst von Wichtigkeit, die physiologischen Verhältnisse des Vorkommens dieser gegen atmosphärischen Sauerstoff so sehr empfindlichen Substanzen des Näheren zu verfolgen. Auch die Frage gehört hierher, was denn eigentlich im Inneren der lebenden Zellen aus diesen Substanzen wird. Reinke verweist darauf, dass die Schnittfläche weissfleischiger Zuckerrüben, auch von Kartoffeln, im feuchten Raum tage- und wochenlang farblos bleibt, während doch gerade die Rüben eine an der Luft sich sehr leicht oxydirende Substanz (das Rhodogen) enthalten. Der Autor nimmt als wahrscheinlichst an, dass das zugrundeliegende Chromogen — soweit überhaupt eine Oxydation desselben im Inneren der lebenden Zellen möglich sei — im lebenden Plasma eine viel energischere Oxydation erfahre, als ausserhalb an der Luft. Infolge dessen entsteht nicht wie in dem der Luft ausgesetzten Saft ein Farbstoff, sondern es gehen aus dem Rhodogen höhere Oxydationsstufen bis hinauf zum Kohlendioxyd hervor.

Die von Reinke gegebene Erklärung setzt genügend hohe Energie der Oxydation voraus. Es ist daher die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass unter Umständen, bei geringerer Energie der Oxydationsvorgänge, schon innerhalb der Zellen weniger oxydirte Verbindungen, worunter auch Farbstoffe, entstehen. Zudem ist es nicht nothwendig, dass die Oxydation im Inneren der Zellen genau die nämlichen Farbstoffe liefert, wie sie sich im ausgepressten Saft bilden.

---

1) Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. II, Heft 3, p. 263. — Botan. Zeit 1883, No. 5/6.

Bei Gelegenheit eingehender Untersuchungen über die Saftbewegungsvorgänge in den Wurzelknollen von *Dahlia variabilis*[1]) war auch festzustellen, wie sich die Saftleistung der Knollen für sich, d. h. ohne die Gegenwart junger Wurzeln, bei reichlicher Wasserzufuhr gestaltet. Zu diesem Zwecke befanden sich Knollen und Knollenabschnitte mit dem einen Ende in nassem Sand oder in Wasser, die eine Schnittfläche nach aufwärts gekehrt. So wurden zahlreiche Knollen tage- und wochenlang fortgesetzt beobachtet. An dieser Stelle handelt es sich um Veränderungen, welche im Inneren der lebenden Zellen des Knollengewebes unter diesen Bedingungen eintreten.

Die Wundflächen färben sich allmählig gelb, mit der Zeit dringt diese Farbenänderung tiefer in das Knollengewebe vor. Es wurden selbst Fälle beobachtet (bei dünneren, kleineren Knollen und kleineren Knollenabschnitten), in welchen die bezeichnete Veränderung das Gewebe des Versuchsstücks schliesslich vollständig ergriff. Gewebszersetzung findet hierbei nicht statt, die Knollen bleiben turgescent, im Lichte sich grün färbend, indem blassgrüne Chlorophyllkörper auftreten, einfache, Zwillinge, auch unregelmässigere Formen[2]). Eintretende Zersetzungen äussern sich soforf im Zerweichen des Gewebes. Die gelblich gewordenen Gewebstheile enthalten einen gelblichen oder röthlichgelben Saft, während der Knollensaft ursprünglich farblos ist. Im Einzelnen zeigen sich mancherlei individuelle Abweichungen, wobei vor Allem das Alter der Versuchsknollen von bestimmendem Einfluss zu sein scheint. Aeltere Knollen haben öfter schon von Anfang an gelblich gefärbtes Fleisch und scheinen von Wundflächen aus am leichtesten ihr Fleisch gelb werden zu lassen. Junge Knollen färben ihr Gewebe viel weniger leicht, manche Knollen erweisen sich als sehr widerstandsfähig gegenüber den das Auftreten eines Farbstoffs im Inneren der Zellen herbeiführenden Bedingungen. Wenigstens die oberflächlichsten Zellschichten werden aber wohl überall gelblich, im Falle nicht eine Korkschichte die Wundfläche verschliesst.

Die Schnittflächen werden aber nicht allein gelblich, es erscheinen auch auf denselben rothe Punkte oder radiale rothe Streifen, öfter in sehr grosser Zahl, und manchmal, besonders bei jüngeren Knollen und warzenartig vorspringenden Wucherungen des Knollenparenchyms, wird die ganze Oberfläche gleichmässig roth. Es tritt im Inneren der Zellen rother, durch Alkalien grünwerdender Farbstoff auf, zunächst in gruppenweise vertheilten Zellen, mit besonderer Bevorzugung der Markstrahlen,

---

1) Dieselben werden demnächst in „Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik“ erscheinen. Vergl d. vorl. Mittheil. in Flora 1883 Nr 9 pag. 133

2) Nach A. F. W. Schimper (Botan. Zeit 1883, No. 8) entstehen diese Körper aus „Leukoplastiden“, welche am Lichte ergrünen und sich durch Theilung vermehren. — Es ist möglich, dass sich in grün gewordenen Knollen die Fähigkeit des Fleisches, gelblich zu werden, vermindert.

dann der Zellen in der Umgebung der Oelgänge des Xylems und der Rinde. Auch diese Veränderung dringt allmählig in die Tiefe des Knollens ein; ich habe Knollen unter den Händen gehabt, wo sich die rothgefärbten Zellnester durch die ganzen Knollen hindurch verfolgen liessen.

Frisch ausgepresster, filtrirter Knollensaft färbt sich an der Luft ziemlich rasch. Ursprünglich wenigstens bei den meisten Knollen farblos, wird er sehr bald heller oder dunkler gelb, auch in's Röthliche spielend; auch hierbei zeigen sich Verschiedenheiten des Saftes verschiedener Knollen. Besonders verändert sich rasch dunkelnd der Saft älterer Knollen[1]). Dieselben Verschiedenheiten hinsichtlich der Raschheit und Intensität der Färbung zeigen sich am zerquetschten Fleisch der zu der Saftgewinnung verwendeten Knollen. Nach Reinke enthält der *Dahlien*-Saft die nämliche leicht oxydirbare Substanz wie Kartoffelsaft.

Es frägt sich nun, wie die eben geschilderten Veränderungen im Inneren der lebenden Zellen der *Dahlien*-Knollen zu erklären sind. Die nächstliegende Wahrscheinlichkeit ist jedenfalls die, dass in diesem Falle das Chromogen schon innerhalb der Zellen Oxydation zu einem Farbstoff erfährt, wenn auch die Oxydation sehr viel langsamer eintritt, wie im ausgepressten Saft und wenn auch natürlich ohne spezielle Untersuchung nicht behauptet werden kann, dass diese gelbe Substanz identisch ist mit jener, welche sich im isolirten Saft bildet. Die verschieden grosse Neigung der Zellen der einzelnen Knollen, in ihrem Inneren eine Oxydation des Chromogens zu Farbstoff zuzulassen, könnte sehr wohl auf einer verschiedenen Energie der Oxydationsvorgänge beruhen; die grössere Neigung älterer Knollen würde ganz besonders hierfür sprechen, es liesse sich auch für die der Wundfläche nächsten Zellen wahrscheinlich machen, dass die Energie ihrer Lebensthätigkeit und Oxydation irgendwie beeinträchtigt ist. Und wenn die in derselben Ebene der Wundfläche nebeneinander liegenden Zellen insofern sich abweichend verhalten, als in den einen ein gelber, in den anderen ein rother Farbstoff auftritt, so liegt die Vermuthung nahe, dass das nämliche Chromogen die Muttersubstanz des rothen Farbstoffs ist, und dass letzterer seine Lokalisirung auf bestimmte Zellen, sein vorzugsweises Auftreten auf den Schnittflächen jüngerer Knollenpartien oder an der Oberfläche frischer Gewebswucherungen den besonderen Vorgängen im Inneren dieser jüngeren, lebenskräftigeren Zellen oder der besonderen sonstigen Beschaffenheit ihrer Zellinhaltsstoffe verdankt. Es ist sehr wohl denkbar, dass in diesen Zellen sich aus dem nämlichen Chromogen anstatt des gelben ein rother Farbstoff bildet. Es ist auch hervorzuheben, dass manchmal das Knollenfleisch von vorneherein gelblich ist und dass auch Knollen vorkommen, deren Fleisch durchaus mit rothsaftigen Zellennestern durchsetzt ist. Es deutet dies darauf hin, dass unter Umständen schon in unversehrten Knollen ähnliche Vorgänge eintreten können, wie sonst von Wundflächen ausgehend. Die verschiedene Energie der Oxydationsvorgänge bietet hierfür eine Erklärung, weiter aber ist zu erwägen, ob nicht auch die anderweitigen, z. B. in gefärbten Rüben, gelb-, blau- oder rothfleischigen Kartoffeln u. s. w. auftretenden Farbstoffe von einer entsprechenden Aenderung der Chromogene des Safts rühren. Existiren aber Beziehungen der leicht oxydablen Substanzen zur Athmung einerseits, zur Bildung gewisser Farbstoffe anderseits, so ist auch zu erwarten, dass bei Herabminderung der Energie der Oxydation in den Zellen als Symptom Farbenänderungen auftreten, wenn nämlich bei höherer Energie der Oxydation das Chromogen zerstört, bei geminderter aber bereits im Inneren der Zellen zu einem Farbstoff verarbeitet wird. Es ist hier zu erinnern an die Röthung des Saftes grüner Organe, wie sie z. B. bei Erniedrigung der Temperatur oder anderweitigen Störungen der Vegetation eintreten kann[1]).

---

[1]) Bemerkenswerth ist, dass solcher Saft, im frischen Zustand stark sauer, sehr bald alkalisch wird, um nach Kurzem wieder sauer zu reagiren.

Ich will nicht unterlassen, hervorzuheben, dass, wenn auch die gegebenen Erklärungen sehr plausibel erscheinen mögen, aus den Beobachtungen mit Sicherheit blos das zu entnehmen ist, dass ohne spezielle Untersuchung die Behauptung, im Inneren der lebenden Zelle könne Oxydation der Chromogene zu Farbstoffen nicht eintreten, nicht verallgemeinert werden darf und dass auch auf diesen Punkt die Untersuchung gerichtet werden muss. Im Uebrigen darf nicht übersehen werden, dass es sich beim Auftreten von Farbstoffen in die Wundfläche begrenzenden lebenden Zellen oder beim Unterbleiben solcher Färbung nicht um den Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs allein handelt. Der Chemismus dieser Zellen kann noch in anderer Weise beeinflusst sein, da auch noch andere Verhältnisse gegenüber jenen, wie sie vorher

---

1) Möglicherweise gehört hierher auch die Erscheinung, dass die rein bläulich grünen Blätter eben versetzter Kohlrübenpflanzen roth werden, wie ich mehrfach beobachtet habe. Da die Setzpflanzen im Freien erzogen waren, konnte stärkere Lichtwirkung zur Erklärung nicht angezogen werden. Dass intensiveres Licht das Auftreten rother Zellsäfte befördern kann, ist ohnehin bekannt, und speziell bei Kohlrüben ist mir kürzlich ein sehr auffälliges Beispiel aufgestossen. Im Herbst vorigen Jahres waren Kohlrüben in Blumentöpfe gesät und zur weiteren Entwickelung im geheizten Zimmer gehalten worden. Hier hatten sich bis 18 *cm* lange, an der Basis liegende Stengel mit rein bläulich-grünen Blättern und blassgrüner Oberfläche der Stiele und Stengel gebildet Als sie Ende April aus der ziemlich schwachen Beleuchtung ins Freie gebracht wurden, färbte sich die Epidermis der Stengel, dann der Stiele und Nerven der jüngeren Blätter innerhalb einiger Tage blauroth. Die älteren, aber immer noch frischen Blätter änderten die frühere Färbung nicht. Im unteren Theil, wo der Stengel horizontal liegt, beschränkt sich die Röthung der Hauptsache nach auf die stärker beleuchtete Oberseite.

im Gewebsverbande für die betreffenden Zellen herrschten, sich geändert haben, und auch diese Faktoren in ihrer Wirksamkeit klargelegt werden müssen. Die Prüfung der *Dahlien*-Knollen hat ergeben, dass der Saft, welcher zuerst auf frischen Schnittflächen erscheint, stark sauer reagirt und beim Eindunsten reichlichen Inulinabsatz giebt. Nach gründlichem Abspülen mit Wasser erscheint zunächst eben solcher Saft, später vermindert sich die Stärke der sauren Reaktion, noch später wird alkalischer Saft ausgeschieden. Die solchen Saft liefernden Knollen sind ersichtlich gesund, sie ergrünen bis zur Schnittfläche, und mag man die mit klarem, alkalischem Saft bedeckten Schnittflächen noch so kräftig mit Wasser abspritzen: der nach dem Abtrocknen sofort wieder erscheinende Saft ist so alkalisch wie vorher. Schneidet man mit dem Rasirmesser äusserst dünne Schnitte ab und legt sie zwischen zwei violette Lackmuspapiere, so giebt die Aussenseite einen blauen, die Innenseite einen rothen Fleck. Ob der Saft in den an die Wundfläche zunächst stossenden, gelblichen Saft führenden Zellen sauer reagirt, blieb zweifelhaft, hauptsächlich wegen der Färbung des Papiers durch diesen Saft. Auf keinen Fall reagirt dieser Saft alkalisch, und schon in den nächst tieferen Zellen Zellen erhält man wieder deutlich saure Reaktion. Ueberdies ist die Schnittfläche von rothsaftigen Zellnestern begrenzt. Da der rothe Farbstoff durch Alkalien grün wird, ist nicht anzunehmen, dass dieser Farbstoff in den oberflächlichsten Zellen bei alkalischer Reaktion des Safts bestehen könnte.

Demnach ist der auf der Schnittfläche erscheinende alkalische Saft nicht als solcher in den ausscheidenden Zellen enthalten. Es liegt der Fall vor, dass ein Gewebe mit saurem Saft alkalische oder rasch alkalisch-werdende Flüssigkeit ausscheidet. Es erinnert dies an gewisse thierische Gewebe, welche ein Sekret entgegengesetzter Reaktion liefern. Da die alkalischen Bestandtheile des ausgeschiedenen Safts auch in die Zellmembranen eindringen und auf Neutralisation des gegen die Wundfläche bewegten sauren Safts hinwirken werden, so liegt die Möglichkeit vor, dass die Zellen nahe der Wundfläche blos in Folge steter Herbeiführung sauren Safts aus dem Knolleninneren vor dem Alkalischwerden ihres Safts bewahrt werden. Es spielt sich in der Nähe der Wundfläche ein Kampf ab zwischen der inneren sauren und der äusseren alkalischen Flüssigkeit, was lebhaft an den Kampf erinnert, welcher in den Magenwänden zwischen dem sauren Magensaft und den alkalischen Gewebsflüssigkeiten stattfindet und bei mangelndem Nachschub des Blutes Selbstverdauung des Magens herbeiführt.

Aus diesen, später im Detail zu schildernden Vorgängen ergiebt sich die Complizirtheit chemischer Veränderungen an Wundflächen, wie sie vorher im normalen Gewebszusammenhang für die jetzt die Wundfläche begrenzenden Zellen nicht stattfanden. Diese andersartigen Vorgänge dürften wohl mit dem Zutritt atmosphärischen Sauerstoffs zur Wundfläche zunächst Nichts zu thun haben. Es ist klar, dass grosse Vorsicht geübt werden muss bei den Schlussfolgerungen über die Veränderungen, welche die „Autoxydatoren“ in den die Wundfläche von Rüben, Knollen und dergl. begrenzenden Zellen bei freiem Zutritt der Luft erleiden.

29. K. Wilhelm: Die Verdoppelung des Jahresringes.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 10. Mai 1883.

Die Frage nach dem Vorkommen und der Entstehung der sog. „Doppelringe“ ist in der botanischen wie forstlichen Literatur wiederholt aufgeworfen und besprochen worden. Sie besitzt nicht nur wissenschaftliches Interesse, sondern ist auch für die dem Forstmann wichtige Holzmesskunde von nicht geringer Bedeutung. Die hierher gehörigen Erscheinungen sind zur Zeit keineswegs hinreichend aufgeklärt, erfordern vielmehr noch mehrseitig weiteres Studium. Ein solches wird an die vor einigen Jahren von L. Kny veröffentlichte Arbeit: „Ueber die Verdoppelung des Jahresringes“ [1]) anzuknüpfen haben. Hier wird der Nachweis geliefert, dass, wenn schädliche Einflüsse (Raupenfrass) die Belaubung eines Baumes ganz oder theilweise vernichten, und noch im nämlichen Jahre ein Wiederausschlag durch vorzeitige Knospenentwicklung erfolgt, diese Störung der normalen Vegetation sich bei manchen Arten im Holzkörper mehr oder minder deutlich ausprägt. In diesem Falle grenzen sich der vor und der nach der Entlaubung entstandene Theil des gesammten einjährigen Zuwachses ähnlich von einander ab, wie „echte“, d. h. in zwei aufeinander folgenden Jahren gebildete Holzringe. Solches beobachtete Kny an jungen Stämmchen von Winterlinde, Stieleiche und Vogelbeere, welche gegen Ende Juni durch Raupenfrass (*Liparis dispar* L.) fast gänzlich entblättert worden waren, und sich hierauf aus vorzeitig aufbrechenden Knospen noch im nämlichen

---

1) Verhandlungen des Botan. Vereins der Prov. Brandenburg. 1879. Hier ist auch die einschlägige Literatur angegeben.

Sommer neu belaubt hatten. Diese Bäume zeigten, wenigstens in ihren jüngeren Zweigen, einen dem letzten Jahreszuwachs entsprechenden Doppelring, dessen Deutlichkeit je nach der Holzart verschieden war, und auch bei dem nämlichen Individuum, sogar an demselben Internodium, Schwankungen aufwies, ferner (bei *Tilia*) an der Unterseite horizontal abstehender Zweige grösser war als an der Oberseite. Dagegen verhielt sich der letzte Jahresring einer ebenfalls von Raupen kahl gefressenen und nachträglich wieder ergrünten Hängebuche (*Fagus silvatica var. pendula*) ganz normal. Unsere Holzgewächse scheinen also auf derartige Eingriffe in ungleicher Weise zu reagiren.

Eine weitere Untersuchung des Sachverhaltes dürfte demnach keineswegs überflüssig sein, um so weniger, als Kny — welchem wir die erste zielbewusste wissenschaftliche Bearbeitung des Gegenstandes verdanken — die durch die Verhältnisse bedingte unvollkommene Form seiner Beobachtungen selbst hervorhebt und den naheliegenden Wunsch, „in der einen oder anderen Richtung weiter zu kommen“ erst dann für erfüllbar hält, wenn die Bestände einer reich ausgestatteten Baumschule für Entblätterungsversuche zur Verfügung stehen. Ich habe nun im Verlaufe des vorigen Sommers (1882) im k. k. Forstrevier Hinterbrühl bei Wien einen Versuch angestellt, dessen Ergebnisse nicht ohne Interesse sind, wenn sie auch nicht ohne Weiteres verallgemeinert werden dürfen. Da meines Wissens die in Rede stehende Frage seit der citirten Publikation Kny's keine weitere Bearbeitung erfuhr, will ich meinen Versuch und seine Resultate hier kurz mittheilen.

Als Versuchspflanzen dienten einige gutwüchsige, freistehende, sieben bis neunjährige Stämmchen (Stockausschläge) der Traubeneiche (*Quercus sessiliflora* Smith). Zwei derselben wurden am 7. Juni, zwei andere am 10. Juli v. J. mittelst einer Scheere vollständig entblättert. Unmittelbar nach der Entlaubung wurden an jedem Bäumchen an drei Stellen des Schaftes Marken angebracht, um bei der nachherigen Untersuchung genau bestimmen zu können, wie weit die Entwicklung des jüngsten Jahresringes zur Zeit der Blätterwegnahme vorgeschritten war. Diese Markirung geschah derart, dass man an den betreffenden Stellen ein kleines Stückchen aus der Rinde herausschnitt, und den bloss gelegten Holzkörper mit Theer bestrich. Auf diese Weise wurde am 7. Juni auch ein Controlstämmchen, dessen Belaubung unangetastet blieb, mit Marken versehen.

Von den zu verschiedenen Zeiten entblätterten Versuchseichen wurde im Spätherbst 1882 je eine gefällt, und nebst dem Controlstamm einer genauen Untersuchung unterzogen. Die beiden anderen Bäumchen blieben zunächst stehen, um in ihrem ferneren Verhalten beobachtet zu werden.

Der Versuch, soweit er im vergangenen Sommer zum Abschlusse kam, lehrte nun Folgendes:

1. Junge, gutwüchsige Traubeneichen, welche im Laufe des Sommers vollständig entblättert werden, vermögen sich noch in der nämlichen Vegetationsperiode neu zu belauben, auch wenn die Wegnahme der Blätter erst in der zweiten Juliwoche stattfand.

Die am 7. Juni entblätterten Stämmchen hatten sich bis zum 10. Juli vollständig neu begrünt, das eine sogar so kräftig, dass es sich von anderen, nicht entlaubt gewesenen, kaum unterschied. Vornehmlich waren die am oberen Theile der Frühjahrstriebe befindlichen Knospen zur Entwicklung gelangt. Im Wipfel hatten sich auf diese Weise ansehnliche Langtriebe gebildet, welche grosse, ungewöhnlich geformte Blätter trugen. Diese waren im Verhältniss zu ihrer Breite länger, als im normalen Falle, tiefer eingeschnitten, und die einzelnen Zipfel häufig nicht ganzrandig, sondern unregelmässig gelappt. An den tiefer stehenden Aesten dagegen fanden sich kürzere Ausschläge mit weit kleineren, ziemlich normal geformten Blättern. Die beiden anderen, erst am 10. Juli ihrer Blätter beraubten Eichen[1]), waren zu dieser Zeit insofern verschieden, als die eine nur sehr wenige, noch unausgebildete Johannistriebe besass, während solche an der anderen weit zahlreicher und gut entwickelt waren. Am 21. August zeigten sich auch diese Stämmchen vollständig neu belaubt. Die Bildung der neuen Triebe war hauptsächlich aus den Gipfelknospen erfolgt, und hatte an dem Bäumchen mit geringer Johannistriebentwicklung reichlicher und kräftiger stattgefunden, als an dem anderen, zur Zeit der Entblätterung schon mit ansehnlichen Johannistrieben versehenen.

2. Bei frühzeitig (Anfangs Juni) entlaubten Traubeneichen kommt die derart hervorgerufene Störung der normalen Vegetation in der abnormen Beschaffenheit des letzten Holzringes zum Ausdruck. Dieser Ring bleibt nicht nur bedeutend schmäler als sein Vorgänger, sondern das vor und das nach der Entblätterung gebildete Holz grenzen sich merklich gegen einander ab. Die Entstehung eines Doppelringes scheint jedoch an besondere Bedingungen (gleichzeitige Verletzung oder Blosslegung des Holzkörpers) geknüpft.

Eine (für das freie Auge wenig deutliche, unter der Lupe aber scharf hervortretende) Doppelringbildung liess sich nur an derjenigen Stammseite, an welcher die Marken angebracht worden waren, erkennen. Unweit der Wundränder beginnt hier eine gefässreiche Zone, welche jedoch (auf dem Querschnitt) in einiger Entfernung von jenen wieder aufhört, so dass sie höchstens ein Drittel des Ringumfanges einnimmt, dem grösseren Theile des letzten Jahreszuwachses also fehlt. Wegen ihrer Unvollständigkeit und geringen Deutlichkeit für das freie Auge konnte diese Doppelringbildung keinen irgendwie erheblichen Einfluss auf die gesammte Querschnittsansicht gewinnen. Mag der erste Anlass

---

1) Dieselben besassen je ca. 3600 wohlausgebildete, gesunde Blätter.

zur Entstehung einer gefässreichen Zone inmitten des jüngsten Jahreszuwachses auch durch die Entfernung der Rinde an den Markirungsstellen gegeben worden sein[1]), so wurde doch die Entwicklung und Ausdehnung dieser Bildung durch die gleichzeitige Entlaubung erheblich gefördert. Dies ging aus der Beschaffenheit des Controlstammes an gleicher Stelle deutlich hervor. Hier hatte zunächst den Wundrändern auch eine reichlichere Bildung von Gefässen stattgefunden, ohne sich jedoch so weit in den letzten Jahresring zu erstrecken, als dies bei der Versuchseiche der Fall war. Der jüngste Jahresring der letzteren war aber auch da, wo er nicht verdoppelt erschien, keineswegs normal gebaut, was sich übrigens erst mit der Lupe deutlich erkennen liess. Die Gefässe des Eichenholzes, im Frühjahrsholze weit und zahlreich, werden bekanntlich im mittleren Theile der Jahresringe enger und spärlicher; sie ordnen sich hier (auf dem Querschnitte) in Längsreihen, welche durch mehr oder minder breite Streifen dichten, gefässlosen Holzgewebes getrennt sind. Im Herbstholz werden die Gefässe noch enger, dabei aber wiederum zahlreicher, so dass die von ihnen gebildeten Längsstreifen sich verbreitern. In der Versuchseiche zeigte nun der vor der Entlaubung entstandene Theil des jüngsten Jahresringes den Bau eines normalen; während aber in einem solchen die Weite der Gefässe von der mittleren Region zum Herbstholz allmälig abnimmt, hören in dem nach der Entlaubung zugewachsenen Theile des Jahresringes die weiteren Gefässe plötzlich auf, und die nun beginnenden sehr engen sind in breite Gruppen zusammengestellt, welche häufig die von den weiteren Gefässen gebildeten Längsreihen nicht fortsetzen, sondern zwischen diese und somit unmittelbar vor die gefässlosen, dichtesten Theile der mittleren Ringzone zu liegen kommen. Diese Besonderheit des jüngsten Jahrringes ist aber nicht auffallend genug, um den Eindruck eines „Doppelringes“ hervorzurufen, und kann bei flüchtiger Betrachtung des Querschnittes leicht ganz übersehen werden.

Das an unserer Traubeneiche erhaltene Resultat stimmt also nicht ganz mit den Beobachtungen Kny's überein, welcher an von Raupen kahl gefressenen und noch im nämlichen Sommer frisch ergrünten Stieleichenzweigen eine „kenntliche Verdoppelung“ des Holzringes wahrnahm.[2])

3. Die abnorme Beschaffenheit des jüngsten Holzringes ist in allen Theilen des Schaftes nachweisbar, wird jedoch in jüngeren Zweigen unkenntlich.

Dieser Umstand verdient Beachtung, denn bei den von Kny untersuchten Bäumchen war der „Doppelring“ nur in den ein- bis zweijäh-

---

1) Vergl. H. de Vries, Ueber den Einfluss des Rindendruckes auf den anatomischen Bau des Holzes. Flora. 1875. (S. 100).

2) l. c. S. 8.

rigen Zweigen deutlich, um in älteren allmälig zu verschwinden. Eine eigenthümliche Erscheinung, für welche mir zunächst eine befriedigende Erklärung fehlt, ist das Vorkommen des oben beschriebenen, unvollständigen, durch eine kontinuirliche Zone weiterer Gefässe gebildeten Doppelringes in der ganzen Länge derjenigen Stammseite, an welcher die Marken angebracht worden waren. Diese Zone war auch am Grunde des Stämmchens, reichlich 4 *dm* unterhalb der tiefsten Marke, noch wohlausgebildet vorhanden. Ihre Ausdehnung betrug hier allerdings kaum mehr den sechsten Theil des Stammumfanges.

4. Die mikroskopische Untersuchung ergab keine Verschiedenheit im anatomischen Bau des vor und des nach der Entblätterung entstandenen Holzes, jedoch zeigten sich die unmittelbar nach der Entlaubung gebildeten Holzelemente in radialer Richtung häufig mehr oder minder abgeplattet.

5. Nach einer erst im Juli vorgenommenen Entblätterung scheint auch bei eingetretener Wiederbelaubung kein nennenswerther Holzzuwachs mehr stattzufinden.

Bei dem am 10. Juli entblätterten Eichenstämmchen war die Ueberwallung der Markirungswunden sehr unvollständig vor sich gegangen, und die Breite des jüngsten Jahresringes, der keinerlei Besonderheiten zeigte, hinter derjenigen seines Vorgängers um das Drei- bis Vierfache zurückgeblieben. —

Es wird die Aufgabe weiterer mit mehreren Holzarten unter wechselnden Verhältnissen angestellter Versuche sein, die vorstehend mitgetheilten Resultate zu vervollständigen, und die Frage nach der Verdoppelung des Jahresringes nach Möglichkeit zu einem allseitigen Abschluss zu bringen. Derartige Versuche werden in den nächsten Wochen von mir eingeleitet und mit ihren Ergebnissen seinerzeit bekannt gemacht werden.

Vorstehende Mittheilung wurde der Hauptsache nach von mir kürzlich in der „Oesterreichischen Forst-Zeitung“ (1. Jahrg. 1883, No. 15) veröffentlicht. Da ich kaum annehmen kann, dass dieses Fachblatt in die Hände von Botanikern gelangt, hielt ich es für gestattet und zweckmässig, jenen Aufsatz in etwas veränderter Gestalt hier zu reproduziren.

30. W. Miller: Ueber einen Zahn-Spaltpilz, Leptothrix gigantea.

(Mit Tafel VI.)

Eingegangen am 21. Mai 1883.

Im Sommer vorigen Jahres wurde mir seitens des Herrn Prof. Möller von der Thierarzneischule in Berlin ein Hund, der an der Rigg'schen Krankheit (*Pyorrhoea alveolaris*) litt, zum Zweck der Untersuchung der Zähne zur Verfügung gestellt.

Im Zahnbelag fand sich in üppiger Entwicklung ein Spaltpilz von riesigen Dimensionen vor, der im Laufe der Untersuchung als neu erkannt und mit obigem Namen belegt wurde.

Die naheliegende Frage, ob dieser Organismus nicht etwa auch an Zähnen anderer carnivorer oder auch phytophager Säugethiere vorkomme, regte mich zur Untersuchung des Gebisses in dieser Richtung an und es liess sich in der That auch beim Schaf, Rind, Schwein, Pferd etc. das Vorkommen des in Rede stehenden Pilzes constatiren.

Da Bau und Entwickelungsverhältnisse der *Leptothrix gigantea* einen neuen Beleg für die Richtigkeit der neuerdings von W. Zopf[1]) näher begründeten Theorie von dem genetischen Zusammenhang der Spaltpilzformen zu liefern scheinen, so dürfte eine kurze Darlegung dieser Verhältnisse vielleicht von Interesse sein.

Was die habituelle Erscheinung des Pilzes betrifft, so tritt derselbe in Form von Büscheln oder Räschen auf, deren Fäden, ähnlich etwa wie bei *Crenothrix*, von ihrem Anheftungspunkte aus nach verschiedenen Seiten divergiren. — Dieses Auftreten in Räschen scheint damit zusammenzuhängen, dass sich solche Fadengruppen aus je einem Coccen-Klümpchen entwickeln.

Dieses habe ich am schönsten in dem Zahnbelag aus einem Katzenmunde zu sehen bekommen; man sieht ein Klümpchen runder und ovaler Coccen, von denen Fäden von den verschiedensten Längen nach allen Richtungen hin ausstrahlen.

Die älteren Fäden sind wieder in Stäbchen resp. Coccen gegliedert, so dass man an dem genetischen Zusammenhange zwischen den drei Formen kaum mehr zweifeln kann.

Die Fäden desselben Räschens können bezüglich ihrer Dicke beträchtlich variiren (Fig. 1) (in einem ähnlichen Verhältniss wie z. B.

---

1) Zur Morphologie der Spaltpflanzen, Leipzig 1882.

bei *Crenothrix* oder *Beggiatoa*). Manche sind sehr dünn (Fig. 1 H. J. K.), andere relativ sehr dick (Fig. 1 A. B. C.) und dazwischen finden sich alle Uebergänge (Fig. 1 F. G. E. D.). An den dünneren Fäden tritt in der Regel bezüglich der Dicke kein Gegensatz von Basis und Spitze hervor, wohl aber bei den dickeren Fäden (Fig. 1 A. B. C. D. E.). Doch sieht man auch in Fig. 2 einen ziemlich dünnen Faden, der gegen die Spitze zu etwas grössere Dicke zeigt.

Bald erscheinen die Fäden grade, bald unregelmässig gekrümmt, bald sehr regelmässig spiralig gewunden (Fig. 1 Ea) entweder im ganzen Verlaufe des Fadens, oder an der Spitze oder an der Basis. Zwei oder mehrere Spiralfäden umwinden sich bisweilen (Fig. 1 Ea).

In allen diesen Punkten erinnert die *Leptothrix gigantea* an *Beggiatoa alba* und an *Crenothrix Kühniana.*

Ferner lässt sich eine deutliche Scheidenbildung nachweisen, in manchen Rasen an allen Fäden, in anderen nur an einzelnen Fäden (Fig. 1 D).

Was sodann die Struktur der Fäden anlangt, so weisen sie (wie die Fäden von *Leptothrix buccalis*, *Beggiatoa alba*, *Crenothrix* und *Cladothrix*) Gliederung in Langstäbchen, Kurzstäbchen und Coccen auf.

Sehr deutlich, auch ohne Anwendung von Reagentien, sind diese Verhältnisse an dickeren Fäden zu beobachten (Fig. 1), namentlich am oberen und mittleren Theile; am unteren fehlen sie bisweilen scheinbar (Fig. 1 Aa). Selbst dünne junge Fäden zeigen diese Gliederung schon im lebenden Zustande sehr schön, bei den dünnsten aber werden zum Nachweisen derselben Färbungsmittel nothwendig.

Man findet unter Umständen an demselben Faden gleichzeitig alle drei Formen vertreten (Fig. 1 A. B und Fig. 2) und zwischen ihnen meistens alle Uebergänge, sowohl den von Langstäbchen zu Kurzstäbchen (Fig. 1 A. C), als auch die Mittelformen zwischen Kurzstäbchen und Coccen (Fig. 2 und 1C); schliesslich geht alles in Coccen über (Fig. 4). Bei mit Scheiden versehenen Fäden werden die Glieder, mögen sie nun Stäbchen oder Coccen sein, aus der ersteren entleert und sammeln sich in Häufchen an (Fig. 5). Da die Glieder eines und desselben Fadens meist nicht blos verschiedene Länge, sondern, wenn der Faden im Grunde sich verschmälert, auch verschiedene Dicke haben, so werden natürlich auch die aus ein und derselben Scheide entleerten Glieder meist verschiedene Dimensionen aufweisen.

Sehr charakteristisch, namentlich für dickere Fäden, ist der häufig auftretende Umstand, dass die Glieder Abweichungen von der gewöhnlichen Form zeigen.

So schwellen z. B. Stäbchen und Coccen häufig an, sich hierbei gegeneinander abrundend (Fig. 1 C. a. f). Ausserdem kommt es vor, dass Stäbchen birnförmig anschwellen (Fig. 1 Ga, B, b. d) oder sich gar, an der Grenze gegen die Nachbarzelle hin, seitwärts schwach ausstülpen (Fig. 1 C c).[1])

An älteren Fäden lässt sich beobachten, wie die ursprünglich in einer Reihe liegenden Stäbchen sich gegeneinander etwas verschieben, so dass ihre Achse nunmehr die Achse des Fadens schneidet (Fig. 1 B. a. b. c, A. b). Wenn diese Stäbchen nun in der neuen Richtung sich verlängern, so wachsen sie an einander vorbei (Fig. 1 A. b). In Folge dieser Vorkommnisse erscheint der ursprünglich gleichmässige Faden mehr oder minder auffallend gebrochen (Fig. 1 A. B. C).

Wir haben gesehen, dass die Coccenbildung zunächst stattfinden kann durch Quertheilung. Treten solche Quertheilungen in dünnen Fäden auf, so seigen die Coccen natürlich sehr geringen Durchmesser (Fig. 2 d.). Treten sie in dickeren Fäden auf, so ist der Durchmesser natürlich bedeutend grösser (Fig. 1 C. f. c, Fig. 1 A. c). In Fäden von mittlerem Durchmesser erscheinen auch die Coccen von entsprechender Grösse.

Aus den grösseren Coccenformen können nun aber durch weitergehende Theilung gleichfalls kleinere Coccen erzeugt werden. Am besten liess sich dies bei der an Schweinezähnen mitunter vorkommenden Form der *Leptothrix gigantea* beobachten (Fig. 8). Dort erfolgt in den grossen Coccen zunächst noch eine Quertheilung, so dass dieselben in zwei Scheiben getheilt werden (Fig. 8a). Sodann aber tritt in jeder Scheide eine Längstheilung auf. Die ursprüngliche grosse Cocce wird durch solche Theilungen nach zwei Richtungen des Raumes in vier kleinere zerlegt (Fig. 8). Diese Bildung kleinerer Coccen lässt sich oft auf ganze Strecken des Fadens hin verfolgen (Fig. 8). Anfangs eckig, runden sich diese Coccen gegen einander ab und verschieben sich später, so dass die ursprüngliche Lagerungsweise verwischt wird. Gewöhnlich lassen sich die Theilungen nach zwei Richtungen des Raumes erst durch Färbungsmittel nachweisen.

Was endlich die Schraubenformen anlangt, so treten sie sowohl an den feineren als an den dickeren Fäden auf, und zwar theils in Spirillenform (Fig. 9 sp.), theils in Vibrioform (Fig. 9 V), theils in Spirochaetenform. Uebergänge von *Spirillum* zu *Vibrio*, oder von *Vibrio* zu *Spirochaete* lassen sich bisweilen an demselben Faden nachweisen (Fig. 10, 11).

Gewöhnlich zeigen die Schraubenformen keine Spur von Gliederung, namentlich dann nicht, wenn sie dünn erscheinen. Man muss daher zu Färbungsmitteln seine Zuflucht nehmen, mit Hülfe deren sich die Gliederung in längere und kürzere Stücke (Stäbchen und Coccen) leicht nachweisen lässt.

---

1) Diese Zustände stellen keineswegs Involutionsformen dar, da ihr Inhalt sich stets ganz normal verhält, und auch die Membran sich nicht verdickt.

In Fig. 10 und 11 sind vibrio- (V) und spirillumartige Formen (Sp) die sich hier übrigens schon mehr der *Spirochaete* nähern, mit ihrer Gliederung dargestellt.

Anmerkung. Nach meinen Beobachtungen liegt die Vermuthung nahe, dass die feinen Schrauben im Zahnbelag des Menschen, die man bisher als *Spirochaete dentium* bezeichnete (Fig. 17) durch Fragmentirung längerer Fäden entstehen können. Diese Fäden sind bald in ihrer ganzen Ausdehnung, bald nur auf kürzere oder längere Strecken spiralig, oft sehr regelmässig, oft unregelmässig. Sie knicken unter dem Auge des Beobachters ein (Fig. 13) und zerfallen dann in die durch die Knickstellen begrenzten Stücke (Fig. 17). Nur selten findet man die Mutterfäden in grösserer Menge beisammen.

Bisher glaubte man, dass die *Spirochaete dentium* ein einzelliges Gebilde sei; mir ist es auch, obgleich ich mir die grösste Mühe gegeben habe, nicht gelungen, eine regelmässige Gliederung in Stäbchen, resp. Coccen, wie sie bei den Fäden vorkommt (Fig. 3. 4 etc.) bei der *Spirochaete dentium* nachzuweisen. Ich habe aber, durch Anwendung der von W. Zopf[1]) für die Sumpf-*Spirochaete* angegebenen Methode eine Theilung in Glieder von ungleicher Länge sicher nachweisen können (Fig. 20). Die Stücke, die hierdurch entstehen, stimmen in Grösse und Form mit dem im Mundschleime vorkommenden sogenannten „Dental bacterium“ genau überein. Zum Nachweis dieser Gliederung ist die stärkste Oelimmersion mit Abbe'scher Beleuchtung erforderlich Das Präparat darf dabei nicht sehr intensiv gefärbt sein.

Es ist doch sehr wahrscheinlich, dass man, mit noch besseren Instrumenten, und besonders mit besser geeigneten Färbemethoden, den Zusammenhang zwischen der *Spirochaete dentium* und anderen im Munde vorkommenden Spaltpilzformen mit voller Sicherheit feststellen könnte.

Diese Untersuchungen habe ich unter Leitung des Herrn Dr. Zopf ausgeführt und verfehle ich nicht Herrn Dr. Zopf sowie Herrn Prof. Möller meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—5. Leptothrix gigantea vom Zahnbelag des Hundes.

Fig. 1. 540/1. Lebendes Räschen des Pilzes aus Fäden von verschiedener Dicke und Ausbildung bestehend.

A. Faden mit deutlichem Gegensatz von Basis und Spitze, am Grunde (a) ver-

---

1) Zur Morphologie der Spaltpflanzen, Leipzig 1882.

schmälert und ungegliedert, nach dem Ende zu dicker und sehr deutliche Gliederung in längere und kürzere Stäbchen, bei c auch in Coccen, zeigend.

In der Region b. c. erscheint der Faden unregelmässig, die einzelnen Zellen dicht unterhalb der Querwand beginnen an einander vorbei zu wachsen.

B. Aehnlicher Faden, überall die Gliederung in längere und kürzere Stäbchen zeigend; im oberen Theil, namentlich bei a, b, c. wird der Verlauf des Fadens unregelmässig, eine Folge des Umstandes, dass sich einzelne Zellen verschoben haben und in der neuen Richtung weiter zu wachsen in Begriff sind.

C. Aehnlicher Faden, überall deutlich gegliedert in längere (a, b) und kürzere (g), Stäbchen und Coccen (f). An verschiedenen Stellen haben sich zwei benachbarte Zellen gegeneinander abgerundet e, c, g; bei g' wachsen 2 Fadentheile aneinander vorbei.

D. Deutlich bescheideter Faden, der sich von der Basis nach der Spitze zu erweitert. Im unteren Theile zeigt sich die Scheide noch mit Langstäbchen angefüllt, im oberen ist sie bereits entleert

E. Zwei Fäden, welche am Grunde (a) scheinbar ungegliedert und spiralig um einander gewunden sind, an der Spitze (b) deutlich gegliedert erscheinen und allmälig an Dicke zunehmen.

F., G. Dünne, aber trotzdem deutlich in Stäbchen gegliederte Fäden.

H., I., K. noch dünnere Fäden, scheinbar ungegliedert.

Fig. 2. (Homog. Imm. Zeiss $^1/_{18}$ ocul. 2). Mit Methylviolet kräftig gefärbter, ziemlich dünner Faden des Pilzes, an der Basis (a) scheinbar ungegliedert, bei (b) deutlich in längere, bei (c) in kürzere Stäbchen gegliedert, bei (d) deutliche Coccenbildung zeigend.

Fig. 3. (Hom. Imm. Ocul. 2). In ähnlicher Weise behandelter, ziemlich dünner Faden; bei (a) in längere, bei (b) in kürzere Stäbchen gegliedert.

Fig. 4. (Hom. Imm. $^1/_{18}$., Ocul. 2). Aehnlicher Faden, bereits in seiner ganzen Ausdehnung in Coccen gegliedert.

Fig. 5 540/1. Ein Häufchen von längeren Stäbchen, durch Entleerung eines grösseren bescheideten Fadens entstanden.

Fig. 6—8. Leptothrix gigantea vom Schwein.

Fig. 6. Lebendes Räschen aus dünneren und dickeren, theils grade, theils vibrionenartig gekrümmten Fäden bestehend.

Fig. 7. Gefärbter, in längere und kürzere Stäbchen gegliederter Faden.

Fig. 8. Breite Fadenstücke, deren Glieder durch weit gehende Quer- und Längstheilungen in sehr kleine Coccen zerfallen sind.

Fig. 9—12. Leptothrix gigantea vom Schaf.

Fig. 9 Lebendes Räschen mit geraden und spiraligen (Sp.) und Vibrioartigen (V) Fäden.

Fig. 10 Spiralfaden mit Uebergang von der Sprillum-Form (Sp.) zur Vibrioform (V.). Mit schwacher Fuchsinlösung behandelt, deutliche Gliederung zeigend.

Fig. 11 Ein Faden der den Uebergang von Vibrio (V.) zu Spirillum (Sp.) gleichfalls deutlich erkennen lässt. In schwacher Fuchsinlösung. Gliederung deutlich. Die Pfeile bezeichnen Einknickungsstellen.

Fig. 12. Spiralfaden, dessen Hälften sich flechtenartig um einander geschlungen haben.

Fig. 13—16. 540/1. Theils spirochäten —, theils vibrioartig gekrümmte, sehr lange lebende Fäden, aus dem Zahnschleim des Menschen, aus denen durch Fragmentirung, die im Zahnschleim so häufigen kurzen spirochäten — und vibrioartigen Schrauben (Fig. 17) vermuthlich hervorgehen. In Fig. 13 bezeichnen a, b, c die Abknickungsstellen.

Fig. 17. (Hom. Imm. 1/18. Zeiss. Ocul. 2). *Spirochaete dentium*, vermuthlich Fragmente längerer Schraubenfäden, aus dem Zahnbelag des Menschen, mit Fuchsin gefärbt.

Fig. 18, 19. (Hom. Imm. 1/18 Zeiss. Ocul. 2). Schraubenstücke aus dem Zahnbelag des Menschen mit Fuchsin gefärbt, die Gliederung (bei Fig. 18 in Kurzstäbchen, bei Fig. 19 in Coccen) zeigend.

Fig 20. (1/18 Ocul. 4). *Spirochaete dentium*, eine Gliederung in Fragmente von verschiedener Länge zeigend.

31. G. Krabbe: Zur Frage nach der Funktion der Wurzelspitze.

Eingegangen am 24 Mai 1883.

In seinem letzten Werke hat **Darwin**, sich anlehnend an die von **Ciesielski**[1]) im Jahre 1871 constatirte Thatsache, dass ihrer Spitze beraubte Wurzeln nicht mehr auf die Schwerkraft reagiren, die Behauptung ausgesprochen, die Wurzelspitze empfange von der Schwerkraft einen Reiz und leite denselben nach rückwärts auf entferntere Gewebepartien, wo die Wirkung des Reizes in einer geotropischen Krümmung der Wurzel zum Ausdruck gelange. Diese auf Grund von **Ciesielski**'s und eigenen umfangreichen Beobachtungen ausgesprochene Ansicht **Darwin**'s hat eine Anzahl von Arbeiten veranlasst, die sich mit demselben Gegenstande beschäftigen. Trotzdem aber wird kaum Jemand, der sich nicht auf eigene Untersuchungen stützen kann, im Stande sein, sich ein Urtheil über die von **Darwin** behauptete Funktion der Wurzelspitze zu bilden. Gruppirt man die Stimmen, so kann man jedem, der sich für **Darwin** ausgesprochen hat, einen Gegner gegenüber stellen. Und was das Eigenthümliche bei der Sache ist, es bestehen nicht blos in Bezug auf Erklärung und Deutung der Beobachtungen Differenzen, man ist auch in Betreff des rein Thatsächlichen keineswegs einig. Dies Letztere ist um so mehr zu verwundern, da die Versuche, die in dieser Angelegenheit erforderlich sind, gerade nicht zu den schwierigsten der experimentellen Pflanzenphysiologie gehören. Die nach **Darwin** erschienenen Arbeiten haben somit die Frage nach der Funktion der Wurzelspitze, anstatt sie zu lösen oder präciser zu fassen, nur noch verwickelter gemacht.

---

[1]) Untersuchungen über die Abwärtskrümmung der Wurzel in **Cohn**'s Beiträgen zur Biologie der Pflanzen, Bd. I. Heft II. S. 1 ff.

Im December 1882 nahm ich daher die immer noch nicht in befriedigender Weise gelöste Frage nach der Function der Wurzelspitze in Angriff. Geleitet wurde ich bei meinen Untersuchungen von dem Bestreben, unter präciserer Fragestellung das rein Thatsächliche in bestimmterer Weise, als es bisher geschehen ist, festzustellen. Weiter aber als bis zur Constatirung von Thatsachen ist zur Zeit in Bezug auf geotropische Erscheinungen nicht zu kommen; eine befriedigende Erklärung der bei geotropischen Erscheinungen sich abspielenden Vorgänge im Innern der Wurzel wird nicht eher gegeben werden können, als bis man tiefer, als jetzt, in die Verhältnisse des lebenden Plasmas eingedrungen ist. Aus diesem Grunde werde ich auch auf die Darwin'sche Krümmung, obgleich ich umfangreiche Versuche nach dieser Richtung angestellt habe, nicht näher eingehen, da hier im Grossen und Ganzen über die Thatsachen selbst alle Beobachter einig sind; dass aber die bisher gegebenen Erklärungen der Darwin'schen Krümmung ungenügend sind, darüber wird wohl niemand, der die betreffenden Abhandlungen studirt, im Zweifel bleiben. Ich kann mich daher in der folgenden kurzen Mittheilung meiner Ergebnisse auf die Erörterung zweier Punkte beschränken; es soll einmal die Funktion der Wurzelspitze, und dann die von Darwin erörterte Beziehung der Circumnutation zum Geotropismus in Discussion gezogen werden.

Bemerken will ich noch, dass meine Culturen entweder im feuchten Raume oder in Sägemehl ausgeführt wurden. Weiteres über diesen Punkt zu sagen, wäre mehr als überflüssig, da die betreffenden Culturmethoden fast in jeder Abhandlung beschrieben sind.

Die Untersuchungen wurden im botanischen Institut der Universität Berlin ausgeführt und fühle ich mich gedrungen, Herrn Professor Dr. S. Schwendener für das meiner Arbeit dargebrachte Interesse meinen verbindlichsten Dank abzustatten.

I.

Die Funktion der Wurzelspitze.

Ciesielski giebt für die Thatsache, dass Wurzeln nach der Entfernung ihrer Spitze nicht mehr auf die Schwerkraft reagiren, eine Erklärung, deren Unzulänglichkeit so sehr auf der Hand liegt, dass wir mit der Erörterung derselben weiter keine Zeit zu verlieren brauchen. Bald nach dem Erscheinen des Darwin'schen Buches [1]) über das Bewegungsvermögen der Pflanzen, in welchem der Geotropismus der Wurzeln in eingehender Weise untersucht wird, veröffentlichte Wiesner eine Arbeit [2]), in welcher das Verhalten amputirter Wurzeln der Schwerkraft gegenüber von ganz anderen Gesichtspunkten aus betrachtet wird.

---

1) Das Bewegungsvermögen der Pflanzen von Charles und Francis Darwin, übersetzt von J. Victor Carus. Stuttgart 1881.

2) J. Wiesner, Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. Wien 1881.

Wiesner stellt die Behauptung auf und sucht dieselbe durch das Experiment zu stützen, dass die Wurzeln durch das Abtragen der Spitze in ihrem Längenwachsthum beeinträchtigt werden. Aus dieser Herabsetzung der Wachsthumsintensität in Folge der Amputation soll nach Wiesner das Verhalten decapitirter Wurzeln der Schwerkraft gegenüber genügend erklärt werden können. Wurzeln, die nach Entfernung ihrer Spitze noch hinreichend wachsen, sollen auch noch die Fähigkeit zu geotropischen Krümmungen besitzen, und nur Wurzeln, deren Wachsthum stark vermindert ist, sollen sich nicht mehr geotropisch krümmen.

Es möge mir gestattet sein, diese Ansicht Wiesner's etwas näher zu prüfen. Meine Bedenken, wie ich gleich im Voraus bemerke, richten sich hauptsächlich gegen zwei Punkte; ich komme einmal in Bezug auf das rein Thatsächliche mit Wiesner in Conflict, und dann kann ich auch unter der Annahme, die Versuche Wiesner's seien richtig, die Folgerungen, die dieser aus seinen eigenen Experimenten gezogen hat, nicht anerkennen. Zur besseren Orientirung möge hier der erste Versuch Wiesner's[1]) Platz finden. Zu dem Versuche wurden Maiskeimlinge verwandt. A bedeutet anfängliche Länge der Wurzel, Z 24 Zuwachs nach 24, Z 48 nach 48 Stunden.

„Die Wurzeln wurden in einer Länge von 1 *mm* geköpft, wobei der Vegetationspunkt stets abgetragen wurde, da derselbe weniger als 0,5 *mm* vom Wurzelende entfernt ist.“

a) Unverletzte Keimlinge.

	A.	Z. 24.	Z. 48.
α)	19 *mm* . . .	80 pCt.	246 pCt.
β)	24 „ . . .	71 „	169 „
γ)	26 „ . . .	86 „	271 „
δ)	32 „ . . .	77 „	199 „
	Mittel	77,5 pCt.	221 pCt.

b) Geköpfte Keimlinge:

	A.	Z. 24.	Z. 48.
α')	17 *mm* . .	58 pCt.	99 pCt.
β')	25 „ . . .	69 „	103 „
γ')	27 „ . . .	3 „	5 „
δ')	28 „ . . .	34 „	34 „
	Mittel	41 pCt.	60,2 pCt.

Wie aus dieser Versuchsreihe Wiesner's zu ersehen ist, erreichte der Zuwachs der unverletzten Keimlinge in einem Zeitraum von 24 Stunden fast das Doppelte von dem der amputirten Wurzeln, und dieses Verhältniss hatte sich nach Verlauf von 48 Stunden noch mehr zu Gunsten der unverletzten Keimlinge gestaltet. Eine derartige Ver-

---

1) S. 102.

minderung der Wachsthumsintensität geköpfter Wurzeln, so lange die Amputation, wie in den Wiesner'schen Experimenten, nicht über einen Millimeter hinausging, ist mir niemals zu beobachten gelungen. Wiesner geräth mit diesem Resultate nicht nur mit mir, sondern mit allen, die mit amputirten Wurzeln experimentirt haben, in Widerspruch. Auf eine specielle Mittheilung meiner diesbezüglichen Experimente kann ich daher verzichten und zwar um so mehr, als noch in jüngster Zeit Kirchner[1]) durch viele Versuche zu einem anderen Ergebniss als Wiesner gelangt ist. Nur will ich betonen, dass die Frage, ob und in welcher Weise das Längenwachsthum der Wurzeln durch das Abtragen ihrer Spitze beeinträchtigt wird, für die Entscheidung des vorliegenden Gegenstandes von gar keinem Belang ist. Für die Untersuchung des Geotropismus decapitirter Wurzeln genügt es zu wissen, dass diese, so lange die Amputation die Länge von 2 *mm* nicht überschreitet, noch wachsen und zwar so viel, dass sie sich recht gut geotropisch krümmen können, wenn überhaupt Neigung dazu vorhanden ist.

Allein, wie bereits hervorgehoben, meine Bedenken richten sich nicht blos gegen die Wiesner'schen Thatsachen, ich kann auch die Richtigkeit der Folgerungen, die Wiesner aus seinen Experimenten zieht, nicht zugeben. Nach Mittheilung der obigen Versuchsreihe sagt nämlich Wiesner von den amputirten Wurzeln: „Von den geköpften krümmten sich die relativ stark wachsenden α' und β' deutlich geotropisch, ohne dass während der Versuchsdauer eine Regeneration der Spitze eingetreten wäre, die beiden anderen nicht."

Zunächst ist nicht recht einzusehen, wie mit der unter γ' aufgeführten Wurzel irgend etwas bewiesen werden kann, denn ein Zuwachs von 3 pCt. ist gleich Null zu setzen. Nun kann man doch von einer Wurzel, die überhaupt nicht wächst, bezüglich ihres geotropischen Verhaltens auch nichts aussagen. Entweder γ' oder die anderen Wurzeln oder alle zusammen befanden sich in einem krankhaften Zustande, denn die Differenz in der Zuwachsgrösse zwischen γ' und den übrigen Wurzeln liegt ohne Zweifel ausserhalb der Grenzen individueller Schwankungen.

Doch abgesehen hiervon, giebt überhaupt die Wiesner'sche Angabe der Zuwachsgrösse kein zutreffendes Bild von dem wirklich stattgefundenen Wachsthum der verschiedenen Wurzeln. Die von Wiesner in Prozenten angegebene Längenzunahme der verschiedenen Wurzeln ist offenbar auf die ganze Wurzellänge bezogen, und diese Berechnung ist doch nur dann einigermassen richtig, wenn zu einer Versuchsreihe Wurzeln von gleicher Länge genommen werden. Da das Längenwachsthum der Wurzeln fast nur an der Spitze in einer Strecke von

---

1) O. Kirchner, Ueber die Empfindlichkeit der Wurzelspitze etc. Stuttgart 1882.

etwa 10 *mm* stattfindet, so wird die Berechnung der Zuwachsgrösse verschieden langer Wurzeln, auf die ganze Wurzellänge bezogen, für die längeren Wurzeln einen viel geringeren Werth ergeben als für die kürzeren. Zeigen z. B. zwei Wurzeln, von denen die eine 10, die andere 20 *mm* lang ist, innerhalb einer bestimmten Zeit dieselbe Längenzunahme, so wird die auf die ganze Wurzellänge bezogene procentische Berechnung für die letztere nur einen halb so grossen Werth ergeben als für die erstere. Um daher bei der Vergleichung ungleich langer Wurzeln eine einigermassen zutreffende Vorstellung von ihrer Längenzunahme zu bekommen, ist es nothwendig, den Zuwachs sämmtlicher Wurzeln auf eine bestimmte Länge zu beziehen. Nimmt man z. B. die Länge von 10 *mm* zum Ausgangspunkt der procentischen Berechnung des Zuwachses verschiedener Wurzeln in einer bestimmten Zeit, dann ergeben die Wiesner'schen Versuchsreihen wesentlich andere Werthe. Ich lasse die nach diesen Gesichtspunkten ausgeführte Berechnung der Zuwachsgrössen für die erste von Wiesner mitgetheilte Versuchsreihe mit geköpften Wurzeln hier folgen. Der Zuwachs nach 24 Stunden ist für uns genügend.

b) Geköpfte Keimlinge.

	A.	Z. 24.
α')	17 *mm*	98 pCt.
β')	25 „	172 „
γ')	27 „	8 „
δ')	28 „	95 „

Wie man sieht, stimmen α' und δ' in der Grösse ihres Zuwachses, den sie nach 24 Stunden erreicht haben, fast genau überein. Während dieser Zeit hat sich α', wie Wiesner angiebt, geotropisch gekrümmt, δ' aber ist gerade geblieben. Wir haben hier also zwei Wurzeln mit dem gleichen Maasse von Zuwachs, unter gleichen Bedingungen cultivirt und in gleicher Weise amputirt, aber mit einem geotropisch ganz verschiedenen Verhalten; die eine hat auf die Schwerkraft reagirt, die andere aber nicht, wie ist dies nun zu erklären? Dieses ganz verschiedenene Verhalten von α' und δ' gegenüber der Schwerkraft würde auch dann ganz unerklärt bleiben, wenn das von Wiesner angegebene Zuwachsmaass der verschiedenen Wurzeln der Wirklichkeit genau entspräche. Da δ' sich um 34 pCt., d. h. um ein Drittel ihrer ganzen Lange gestreckt hat, so hätte doch aus diesem Grunde recht gut eine geotropische Krümmung erfolgen können. Die Folgerungen, die Wiesner aus seinen Experimenten zieht, fallen daher in sich zusammen und somit auch die Einwände, die von ihm gegen die Darwin'schen Behauptungen erhoben werden.

Fast gleichzeitig mit der Wiesner'schen Arbeit erschien von

Detlefsen[1]) eine Abhandlung, in der unter anderem auch die uns hier beschäftigende Frage in Discussion gezogen wird. Detlefsen theilt zur Begründung seiner von Darwin abweichenden Ansicht eine Versuchsreihe mit 12 Eichenwurzeln mit, deren Spitze in einer Länge von 2 *mm* weggeschnitten war. Nach Verlauf von 24 Stunden war von diesen Wurzeln eine gerade geblieben, 6 hatten sich nach unten, eine nach oben und 4 seitwärts gekrümmt. Es will mir nicht recht einleuchten, wie man aus einer derartigen Versuchsreihe mit so unregelmässigem Wachsthum der einzelnen Wurzeln irgend einen Schluss auf den Geotropismus decapitirter Wurzeln herleiten kann, und wenn dennoch, dann müsste doch auch die regelmässig gewachsene, gerade gebliebene Wurzel Berücksichtigung finden und deren Verhalten erklärt werden.

In Gegensatz zu Wiesner und Detlefsen stellt sich Kirchner[1]) in seiner Abhandlung „Ueber die Empfindlichkeit der Wurzelspitze.“ Allein die Experimente, auf die Kirchner seine Ansicht stützt, sind fast dieselben, wie bei Wiesner und Detlefsen. Auf Seite 10 der betreffenden Abhandlung werden zwei mit decapitirten Wurzeln angestellte Versuchsreihen mitgetheilt, von denen die eine $36\frac{1}{3}$ pCt., die andere sogar 50 pCt. geotropisch gekrümmte Wurzeln aufzeigt. Es ist geradezu überraschend, wenn Kirchner sich schliesslich auf Grund dieser und ähnlicher Experimente, sich beugend vor dem Gewichte der Thatsachen, der Darwin'schen Ansicht anschliesst.

Wie aus dem Mitgetheilten hervorgeht, ist von Allen, welche das Verhalten decapitirter Wurzeln der Schwerkraft gegenüber untersucht haben, eine und zwar die wichtigste Frage gar nicht gestellt worden.

Mit der Constatirung des Faktums, dass viele ihrer Spitze beraubte Wurzeln der Schwerkraft gegenüber indifferent geworden sind, obgleich sie noch wachsen, ist zugleich constatirt, dass bei diesen Wurzeln die Schwerkraft direkt nicht auf die ganze wachsthumsfähige Zone der Wurzel, sondern nur auf einen von der Spitze an gerechneten Theil derselben einzuwirken vermag. — Nachdem dies festgestellt war, musste sich doch unabweisbar die Frage aufdrängen: warum zeigen in diesem Punkte nicht alle Wurzeln dasselbe Verhalten? Warum krümmen sich von in gleicher Weise decapitirten Wurzeln die einen geotropisch, die andern nicht? Wie gross ist mit anderen Worten der empfindliche Theil der Wurzel, der den Reiz empfangende und weiterleitende Wurzelkopf.

Diese Frage hat sich auch Darwin nicht gestellt und es ist zu verwundern, dass er es nicht gethan hat, da er ausdrücklich von Wur-

---

1) E. Detlefsen, Ueber die von Ch. Darwin behauptete Gehirnfunction der Wurzelspitze. Arb. d. bot. Institut in Würzburg. Bd. II. Heft 4.

2) O. Kirchner, Ueber die Empfindlichkeit d. Wurzelspitze etc. Stuttgart 1882.

zeln spricht, die nach Amputation ihrer Spitze geotropische Krümmungen zeigten. — Es liegt auf der Hand, dass beim gegenwärtigen Stand der Dinge an einen erfolgreichen Versuch zur Aufklärung der beim Geotropismus sich abspielenden inneren Vorgänge in der Wurzel nicht eher gedacht werden kann, als bis diese Frage definitiv gelöst ist.

Die Beantwortung der gestellten Frage ist nun allerdings keineswegs leicht und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil die Reizbarkeit der Wurzel nicht an morphologisch scharf umgrenzte Gewebepartien geknüpft ist, wie etwa bei den reizbaren Gewebepolstern von *Mimosa pudica* u. s. w. Darwin und andere, die nach ihm über den vorliegenden Gegenstand geschrieben haben, gebrauchen zwar sehr oft, wenn sie von dem empfindlichen Theil der Wurzelspitze sprechen, den Ausdruck Vegetationspunkt. Allein sie gerathen hiermit gewissermassen mit sich selber in Widerspruch; denn wenn von Wurzeln, von denen ausdrücklich angegeben wird, dass ihr Vegetationspunkt weggeschnitten sei, sich einige geotropisch krümmen, so beweist diese Thatsache, dass die Reizbarkeit der Wurzelspitze nicht auf den Vegetationspunkt — wenigstens nicht in allen Fällen — beschränkt ist. Ausserdem lässt sich ja auch das punctum vegetationis selbst gerade bei denjenigen Wurzeln, die gewöhnlich zu geotropischen Untersuchungen Verwendung finden, nicht auf bestimmte Zellen begrenzen, und Wurzeln mit erkennbaren Scheitelzellen sind aus verschiedenen Gründen für die hier erforderlichen Versuche nicht zu gebrauchen. Nach alledem ist klar, dass die Antwort auf die oben gestellte Frage nur approximativ ausfallen kann.

Es ist nun allerdings unter allen Umständen zur Elimination der geotropischen Krümmung die Entfernung wenigstens des grössten Theils des Wurzelmeristems nothwendig, und in sofern lässt sich der reizbare Theil der Wurzelspitze mit dem punctum vegetationis identificiren, wenn man sich nur bewusst bleibt, dass dies nicht immer zutrifft. Denn wie es einerseits Fälle giebt, wo der Wurzelkopf über den Vegetationspunkt hinausgeht, so scheint es andererseits viele Wurzeln zu geben, bei denen bereits der Geotropismus eliminirt wird, auch wenn noch ein Theil dez Wurzelmeristems stehen bleibt.

Um sich über die hier obwaltenden Verhältnisse möglichste Klarheit zu verschaffen, empfiehlt es sich, jedesmal das von einer Wurzel weggeschnittene Stück einer mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen, um so feststellen zu können, ob das Wurzelmeristem ganz oder nur theilweise durch den Schnitt entfernt wurde. Zu demselben Zweck kann man auch noch einen Querschnitt von der amputirten Wurzel untersuchen. Aus dem Verhalten der in dieser Weise untersuchten Wurzeln der Schwerkraft gegenüber wird sich dann entscheiden lassen, wie weit ungefähr das empfindliche oder reizbare Gewebe der Wurzelspitze reicht. Mehr aber lässt sich auch trotz mikroskopischer Untersuchung nicht erreichen; denn im Falle die Wurzel gerade bleibt, weiss man nur, dass in dem weggeschnittenen Stück der Kopf enthalten ist, es lässt sich aber die abgetragene Spitze nicht so ohne Weiteres mit dem reizbaren Gewebe identificiren. In einer ähnlichen Lage befindet man sich, wenn die Wurzel nach der Amputation noch geotropisch ist. Es muss aber eingestanden werden, dass man durch Versuche, die nach diesen Gesichtspunkten auf möglichst breiter Basis durchgeführt werden, schliesslich der Wahrheit ziemlich nahe kommt. Und so gestatten mir denn meine in dieser Hinsicht angestellten umfangreichen Versuche, zu denen vorwiegend *Vicia Faba*, *Phaseolus multiflorus* und *Pisum sativum* benutzt wurden, auf die oben gestellte Frage folgende Antwort zu geben.

Der empfindliche oder reizbare Theil der Wurzelspitze überschreitet niemals die Länge von 2 *mm*.

Innerhalb dieser Länge ist die Grösse des reizbaren Gewebes variabel.

Da nun einerseits in einer 2 *mm* langen Wurzelspitze der eigentlich krümmungsfähige Theil der Wurzel nicht enthalten ist, andererseits derartig amputirte Wurzeln noch fortfahren zu wachsen, so hat Darwin mit seiner Behauptung Recht, dass die Wurzelspitze von der Schwerkraft einen Reiz empfängt und diesen an die Zone maximalen Wachsthums übermittelt.

II.

Die Beziehung der Circumnutation zum Geotropismus.

Nach Darwin sollen alle Pflanzenorgane während ihres Längenwachsthums im Raume Bewegungen ausführen, deren verschiedene Formen unter dem Namen „Circumnutation“ zusammengefasst sind. Aus dieser Circumnutation sucht Darwin alle übrigen Nutationsformen wachsender Pflanzenorgane abzuleiten. Dies ist das eigentliche Ziel, welches Darwin bei allen seinen Experimenten im Auge hat und womit er sich fast auf jeder Seite seiner Arbeit beschäftigt.

Gegen diese Vorstellung, mit welcher der Hauptinhalt des letzten Darwin’schen Werkes steht und fällt, ist zuerst Wiesner und zwar mit Recht aufgetreten. Allein es scheint mir das Hauptmoment, welches hierbei in Frage kommt, nicht hinreichend hervorgehoben zu sein. Wiesner bemüht sich den Nachweis zu liefern, dass es eine Anzahl Pflanzenorgane giebt, welche keine Spur von Circumnutation zeigen. Existirt aber keine Circumnutation, dann kann es natürlich auch keine modificirte geben. Nachdem dies Wiesner darzulegen versucht hat, drückt er sich in Bezug auf die Darwin’sche Ansicht über die Beziehung der Circumnutation zu den übrigen pflanzlichen Bewegungsformen unter anderem folgendermassen aus: „Von vornherein giebt es kein Argument, welches zu der Annahme zwänge, irgend eine durch äussere Kräfte veranlasste Nutationsbewegung auf etwas anderes als auf Längenwachsthum zurückzuführen. Es kann mithin nur durch den Versuch entschieden werden, ob z. B. der Heliotropismus als eine blosse Modifikation der Circumnutation aufzufassen ist oder nicht.“

Es ist mir nicht gelungen klar darüber zu werden, in welcher Beziehung diese beiden Sätze zu einander stehen, und wie der zweite aus dem ersten gefolgert werden kann. Wie dem aber auch sei, die im zweiten Satz ausgesprochene Ansicht ist unter allen Umständen als unzutreffend zu bezeichnen; denn die Lösung der Frage, ob Geotropismus u. s. w. als Modification der Circumnutation aufzufassen ist oder nicht, berührt an und für sich das Experiment gar nicht, hängt vielmehr davon ab, ob die durch den Versuch festgestellten Thatsachen in die richtige Beziehung zu einander gebracht werden. Auch unter der Voraussetzung, dass Circumnutation überall an wachsenden Pflanzenorganen vorhanden ist, lässt sich die von Darwin ausgesprochene Ansicht, wonach alle Bewegungsformen des pflanzlichen Organismus aus der Circumnutation hervorgehen sollen, nicht aufrecht erhalten. Um dies zu beweisen, ist es vor allen Dingen wichtig zu wissen, wie Darwin sich die Ableitung der Nutationsformen aus der Circumnutation gedacht hat. Es geht dies mit ziemlicher Klarheit aus einer auf den Heliotropismus sich beziehende Stelle hervor, die ich deshalb auswähle, weil auch Wiesner dieselbe zum Ausgangspunkt seiner Erörterungen gemacht hat[1]): „Die gewöhnliche Ansicht scheint die zu sein, dass Heliotropismus eine vollständig besondere Art von Bewegung ist, verschieden von Circumnutation. Und es kann geltend gemacht werden, dass in den vorstehenden Zeichnungen Heliotropismus nur in Combination oder als Zusatz zur Circumnutation zu sehen ist. Wenn dies der Fall wäre, müsste angenommen werden, dass ein helles seitliches Licht Circumnutation vollkommen aufhebt; denn eine in dieser Weise exponirte Pflanze bewegt sich in einer geraden Linie nach ihm hin, ohne irgend welche Elipsen oder Kreise zu beschreiben. Wenn das Licht etwas getrübt wird, obschon es schon reichlich hinreicht, die Pflanze zu veranlassen, sich nach ihm hin zu biegen, erhalten wir mehr oder weniger deutliche Belege für eine noch immer fortdauernde Circumnation. Es muss ferner angenommen werden, dass es nur ein seitliches Licht ist, welches dies ausserordentliche Vermögen, die Circumnutation aufzuheben, besitzt, denn wir wissen, dass die verschiedenen Pflanzen, an denen die obigen Versuche ausgeführt wurden und sämmtliche übrigen, welche von uns während ihres Wachsthums beobachtet wurden, fortfahren zu circumnutiren, wie hell auch das Licht sein mag, wenn es von oben kommt. Auch ist nicht zu vergessen, dass im Leben einer Pflanze Circumnutation dem Heliotropismus vorausgeht, denn

---

1) l. c. S. 372 und 373.

Hypocotyle, Epicotyle und Blüthenstengel circumnutiren, ehe sie den Boden durchbrechen und jedesmal den Einfluss des Lichtes empfunden haben. Wir sind daher vollständig berechtigt, wie es uns scheint, anzunehmen, dass, wenn nur immer Licht seitlich eintritt, es die Bewegung der Circumnutation ist, welche den Heliotropismus und Apheliotropismus veranlasst oder in denselben verwandelt wird."

Aus dieser Stelle — und noch vielen anderen — geht, was das Thatsächliche anlangt, hervor, dass die Circumnutation heliotropischer Pflanzentheile, sobald sie dem Einfluss seitlichen Lichtes ausgesetzt werden, wie sich Darwin ausdrückt, modificirt und bei hinreichend starkem Lichte vollständig aufgehoben wird, so dass dann ein derartiger Pflanzentheil sich geradlinig zum einfallenden Licht hinbewegt. Ob diese Behauptungen Darwin's richtig sind oder nicht, kann nur durch neue Experimente geprüft werden. Darwin glaubt experimentell festgestellt zu haben, dass die Circumnutation wachsender Pflanzentheile durch die Schwerkraft und seitlich einfallendes Licht bis zur völligen Suspensation beeinflusst werden kann, und für mich liegt gar kein Grund vor, diese Angaben zu bezweifeln. Bei diesen Thatsachen aber müssen wir stehen bleiben. Darwin jedoch kann sich hierbei nicht beruhigen, er bildet sich vielmehr die sonderbare und meiner Meinung nach ganz unbegründete Vorstellung, dass die Circumnutation, wenn sie unsichtbar geworden ist, nicht einfach verschwunden, sondern in eine andere Bewegungsform (Geotropismus u. s. w.) übergegangen sei. Suchen wir uns die hier in Frage kommenden Verhältnisse möglichst klar zu machen. — Wird eine in bestimmter Form circumnutirende Wurzel der Einwirkung der Schwerkraft ausgesetzt, dann kann in Bezug auf die Circumnutation zweierlei eintreten. Die Circumnutation braucht durch die Schwerkraft in keiner Weise beeinflusst zu werden; in diesem Falle fährt die Wurzel, während sie sich geotropisch krümmt, ruhig fort zu circumnutiren. Es ist aber auch denkbar und Darwin behauptet dies, dass durch die Schwerkraft, welche eine seitliche Wurzelbewegung hervorruft, zu gleicher Zeit der der Circumnution zu Grunde liegende Mechanismus in der Wurzel beeinflusst, ja sogar gänzlich zerstört wird. Der die Circumnutation vermittelnde Apparat ist dann auf eine Zeit lang einfach ausser Funktion gesetzt. Die Ansicht aber, dass in diesem Falle die Circumnutation den Geotropismus veranlasst habe oder in denselben verwandelt sei lässt sich doch offenbar aus den beobachteten Thatsachen nicht ableiten.

Die hier entwickelte Anschauung bleibt selbstverständlich auch dann zu Recht bestehen, wenn es sich herausstellen sollte, dass die Circumnutation keine einfache Bewegung ist, sondern aus einer Anzahl anderer Bewegungsformen die Resultirende darstellt; sie tritt dann einfach als solche mit dem Geotropismus in Combination. Die in den nachstehenden Worten ausgesprochene Ansicht Wiesner's kann ich daher nicht anerkennen: „So lange man nicht weiss, dass die Circumnutation eine Combinationsbewegung ist, lässt sich allerdings aus dem Versuche Darwin's Ansicht ableiten.“ Uebrigens giebt Wiesner fast unmittelbar nach dieser Aeusserung den Sachverhalt richtig an: „die heliotropische Bewegung tritt mit den übrigen in dem Organe thätigen Nutationsformen in Combination, und giebt unter günstigen Lichtverhältnissen für die Richtung des Organes den Ausschlag.“

Sitzung vom 29. Juni 1883.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Zum ordentlichen Mitgliede wird proklamirt:

Herr **G. Luckenbach**, Apotheker in Berlin, Philippstr. 13 pttr.

Zu ausserordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Max Kuhn, Dr. phil., Oberlehrer in Berlin NW., Luisenplatz 8.
Köpert, stud. rer. nat. in Berlin N., Invalidenstr. 124.
H. Kurth, cand. med. in Berlin N., Chausseestr. 117, III.
Paul Richter, cand. phil. in Berlin, Haidestr. 53a, Hof III.

Als ordentliches Mitglied ist vorgeschlagen:

Herr **Lucas Karaman**, Lehramts-Candidat in Spalato (Dalmatien) (durch Leitgeb und Haberlandt).

Als ausserordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Dr. **G. Beyse**, Realschullehrer in Wandsbeck (durch Graf Solms und Reinke).
Dr. **Athenstädt**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut in Göttingen (durch Graf Solms und Reinke).
cand. med. **Emil Ballowitz** in Greifswald, Anklamerstr. 64a (durch Zimmermann und Ross).

Mittheilungen.

32. M. Kuhn: Ueber Farne und Charen von der Insel Socotra.

Eingegangen am 24 Mai 1883.

Filices.

Vor einiger Zeit sandte mir Herr Professor Schweinfurth die während der Expedition Riebeck auf der Insel Socotra von ihm gesammelten Farne und Charen zur Bestimmung und theilte mir gleichzeitig eine Liste der von Professor Balfour und Genossen auf derselben Insel gesammelten Farne mit. Nach dieser Liste sind von den Herren Bayley Balfour, Carl Cockburn und Alexander Scott auf Socotra folgende Farne gesammelt worden.

1. *Adiantum Balfourii* Bak.
2. *Adiantum Capillus Veneris* L.
3. *Adiantum aethiopicum* L.
4. *Cheilanthes* spec.
5. *Onychium melanolepis* Dcne.
6. *Actiniopteris radiata*, *β. australis* Hk.
7. *Pteris longifolia* L.
8. *Pteris quadriaurita* Retz.
9. *Asplenum Schweinfurthii* Bak.
10. *Asplenum falcatum* Lam.
11. *Nephrodium molle* Dsv.
12. *Nephrodium hirsutum* Don.
13. *Nephrolepis* spec.
14. *Marsilia coromandelina* L.

Die von Schweinfurth gemachte Ausbeute ergab folgende Species:

1. **Adiantum Balfourii Bak.**

Baker in Proceed. Roy. Soc. Edinburgh.¹)

Nagelfluhfelsen bei Tamarid 13. April 1881, No. 302. — An Granitfelsen bei Kerégnigiti 25. April 1881, No. 544. — Kischen 600 *m.* 1. Mai 1881, No. 774.

Diese neue und für Socotra endemische Art ist im Bezug auf die systematische Stellung zwischen *Ad. lunulatum* Burm. und *Ad. Capillus*

---

1) Herr Professor Balfour in Glasgow war so freundlich mir einen Separatabdruck der für Socotra neuen Farnspecies zu schicken, jedoch ohne Angabe des Volumens und der Seitenzahl und leider ist es mir trotz aller Mühe nicht möglich gewesen ein genaueres Citat zu eruiren.

Junonis Rupr. einzureihen. Die Wedel besitzen auf der Unterseite einen beinahe bronzefarbigen Glanz.

2. **Adiantum Capillus Veneris L.**

Südlich von Tamarid 16. April 1881, No. 772. — Oberhalb Kischen 700 *m.* 1. Mai 1881, No. 773.

3. **Pteridella involuta Mett. var. tripinnatisecta Mett.**

Kuhn in v. d. Decken Reisen Bd. III, 3, p. 15.

An Granitfelsen im obersten Wadi Dilal. 600 *m.* 29. April 1881. No. 596.

Die von Schweinfurth gesammelten Exemplare stimmen genau überein mit den von Hildebrandt und Steudener in Abyssinien gesammelten Pflanzen. Hildebrandt fand dieselbe Varietät auf krystallinischen Schieferfelsen bei Mombassa (n. 1517) und Buchanan sandte mir aus Natal (No. 160—168) eine reiche Formenreihe, die verschiedene Uebergänge zwischen der Grundform und der Varietät „*tripinnatisecta*“ darbietet. Wahrscheinlich ist die in der Balfour'schen Liste erwähnte *Cheilanthes* spec. mit unserer Art identisch.

4. **Actiniopteris dichotoma Mett. var. australis Hook.**

Kuhn in v. d. Decken Reisen III, 3, p. 18.

Kischen 600 *m.* 1. Mai 1881. No. 776.

5. **Doryopteris concolor Kuhn.**

Kuhn in v. d. Decken Reisen III, 3, p. 19.

Spalten im Granitgestein am Schehelikegel, 1100 *m.* 8. Mai 1881. No. 654.

6. **Pteris longifolia L.**

Oberstes Wadi Dilal. 600 *m.* 29. April 1881. No. 589. — Kischen 600 *m.* 1. Mai 1881, No. 775.

7. **Pteris biaurita L. var. repandula Lk.**

Kuhn in v. d. Decken Reisen III, 3, p. 20.

Am Wasser und an nassen Böschungen am Schehelikegel 1100 *m.* 8. Mai 1881. No. 665.

Vorstehende Art ist identisch mit *Pteris quadriaurita* der englischen Pteridologen.

8. **Asplenum Schweinfurthii Bak.**

Baker in Proceed. Roy. Soc. Edinburgh.

Granitspalten am Schehelikegel. 1100 *m.* 8. Mai 1881. No. 663.

Eine für Socotra endemische Art, welche dem *Asplenum anisophyllum* Kze. am nächsten steht.

9. **Ceterach cordatum Klf.**

Kuhn in v. d. Decken Reisen III, 3, p. 36. — *Gymnogramme* Schldl. Kuhn Fil. Afric. p. 60.

Granitfelsen oberhalb Keschen, Nordabhang der Passhöhe am Gebel Fisi 800 *m*. 2. Mai 1881. No. 577.

Das Centrum der geographischen Verbreitung liegt in Südafrika; auf der Westküste reicht diese Art bis Angola und St. Helena, auf der Ostküste sind von Natal ab bis Sokotra keine weiteren Fundorte bis jetzt bekannt.

10. **Aspidium molle Sw. var. violascens Lk.**

Kuhn in v. d. Decken Reisen III, 3, p. 41.

Am Schehelikegel 1100 *m*. 8. Mai 1881, No. 655a. — An Granitfelsen im obersten Wadi Dilal. 600 *m*. 29. April 1881, No. 588.

11. **Ceratopteris thalictroides Brongn.**

Am Bache bei Kutheng. 14. Mai 1881, No. 679.

12. **Marsilia coromandelina Willd.**

Granitwasserbecken am Nordabfall des Bagal 500 *m*. 24. April 1881. No. 536.

In der von Balfour an Schweinfurth mitgetheilten Liste findet sich *Adiantum aethiopicum* L. angegeben, da aber die englischen Pteridologen diesen Namen als Collectivspecies für *Ad. aethiopicum* L. und *Ad. crenatum* Poir betrachten, so möchte ich in Folge der geographischen Verbreitung die auf Socotra vorkommende Art für *Adiantum crenatum* Poir. halten, die auf der gegenüberliegenden continentalen afrikanischen Küste eine weite Verbreitung besitzt. Das in derselben Liste aufgeführte *Asplenum falcatum* Lam. ist nach Vergleichung verschiedener Originalexemplare identisch mit der Art, welche wir unter *Asplenum macrophyllum* Sw. begreifen. *Aspidium hirsutum* Don. in Abyssinien allgemein verbreitet und von den Capverden bis nach Süd-China reichend, bildet eine Art der von mir wieder rehabilitirten Gattung *Hypodematium.*

Es ergeben sich demnach für die Insel Socotra folgende Gefässkryptogamen:

1. *Adiantum Balfourii* Bak.
2. *Adiantum Capillus Veneris* L.
3. *Adiantum crenatum* Poir.
4. *Pteridella involuta* Mett. var. *tripinnatisecta* Mett.
5. *Onychium melanolepis* Dcne.
6. *Actiniopteris dichotoma* Mett. var. *australis* Hook.
7. *Doryopteris concolor* Kuhn.
8. *Pteris longifolia* L.
9. *Pteris biaurita* L.
10. *Asplenum Schweinfurthii* Bak.
11. *Asplenum macrophyllum* Sw.
12. *Ceterach cordatum* Klf.
13. *Hypodematium crenatum* Kuhn.
14. *Aspidium molle* Sw. var. *violascens* Lk.
15. *Nephrolepis* spec. t. Balfour msc.
16. *Ceratopteris thalictroides* Brongn.
17. *Marsilia coromandelina* Willd.

Wenn wir nach diesem Farnverzeichniss einen Schluss auf die geographische Zugehörigkeit Socotra's zu ziehen versuchen, so gehört die Insel unstreitig pflanzengeographisch zu Afrika. Abgesehen von *Marsilia coromandelina* Willd., deren Verbreitungsbezirk in Vorderindien liegt, gehören alle übrigen vertretenen Species der ostafrikanischen Küste an, wobei das auffällige Faktum zu Tage tritt, dass *Ceterach cordatum* Klf., welches bisher nur vom Caplande und Natal bekannt, hier wiederum auftritt, ohne dass ein Standort an der Ostküste Afrika's bis jetzt bekannt geworden wäre. Letztgenannte Art unterscheidet sich von *Ceterach officinarum* einerseits durch einen schwarzen Blattstiel und Rhachis, andererseits dadurch, dass das unterste Paar der Segmente erster Ordnung stets gegenständig ist und kurz gestielt.

Da die Farnflora im Mediterrangebiet Afrika's eine sehr spärliche und jeder neue Standort eines Farn von Interesse ist, so möchte ich im Anschluss an die Farne von Socotra einen neuen Standort von *Gymnogramme leptophylla* erwähnen, welchen Herr Professor Dr. G. Schweinfurth an der Küste von Marmarica 300 Seemeilen westlich von Alexandrien in den Felskesseln am Ursprunge der Thäler bei Mirsa Tobruk in der Meereshöhe von 500 Fuss zu entdecken Gelegenheit hatte (No. 209). *Gymnogramme leptophylla* ist aus Algier und Tunis bekannt und tritt dann erst wieder in den Gebirgsgegenden Abyssiniens auf.

Characeae.

Autore O. Nordstedt.

Chara socotrensis Nordst. nov. sp.

Ch. haplostephana (ad *Ch. diplostephanas* accedens), *bistipulata*, *ecorticata*, *monoica*.

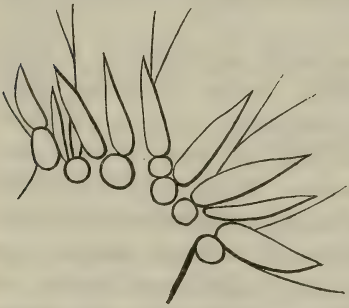
Folia verticilli 10—11, ad genicula constricta, articulis circ. 5, elongatis 4, ultimo brevi, mucroniformi, infimis tantum (interdum binis, saepe singulis) foliola et fructificationem gerentibus. Foliola unilateralia, quaterna, acicularia, anteriora paullo longiora quam lateralia sporangium non superantia, saepe multo breviora. Stipulae parvae, ovatae acuminatae, foliis adpressae, interdum tantum in unam seriem ordinatae, sed saepe in binas aculeis in serie inferiore minoribus et quoque vulgo sursum directis. Sporangium 11—12-gyratum (c. 0,85 *mm* longum) coronula brevi obtusa (c. 0,2 *mm* lata et 0,1 *mm* alta) nucleo atro 10-gyrato (c. 0,52 *mm* longo et 0,32 *mm* lato).

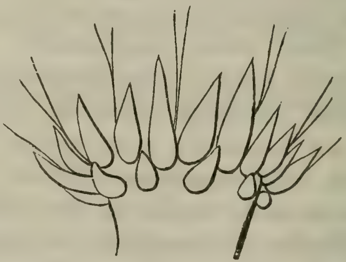
Insel Socotra. „Am Bache bei Tamarid, 18. April 1881, No. 436" und „im Bache bei Katheng, 14. Mai 1881, No. 690". leg. G. Schweinfurth.

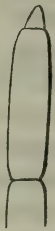
Die vorliegenden Exemplare (No. 436 und 690) sind einander ziemlich ähnlich, ungefähr 1 *cm* hoch, ein wenig incrustirt; Stengel circa $\frac{1}{2}$ *mm* dick; Blätter bis 0,4 *mm* dick und 28 *mm* lang. Die Nebenblätter sind c. 0,06 *mm* dick und 0,4 *mm* lang; Foliola c. 0,05 *mm* dick. Antheridien 0,30—35 *mm* im Diametr.

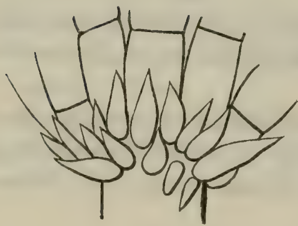
Der systematische Platz dieser Art ist etwas zweifelhaft. Von den ganz unberindeten Arten kannte man vorher nur 5, aber alle haplostephanae unistipulatae, wovon *Ch. australis* R. Brown. und *Ch. Wallichii* A. Br. dioic sind, *Ch. corallina* Klein und *Ch. succincta* A. Br. monoic mit Fructification im Grunde des Quirls, *Ch. coronata* (Zir.) A. Br. monoic mit Foliola auch an den sterilen Gelenken. Bei *Ch. socotrensis* besteht der obere sterile Theil des Blattes gewöhnlich nur aus primären Gliederzellen, ohne Blättchen also.

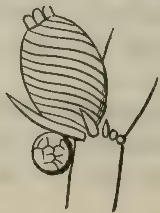
Der Stipularkranz variirt. Oft sieht man für jedes Blatt 2 Nebenblättchen auftreten, unter welchen oft eine kleine nicht hervorragende Zelle sich befindet (wie auch bei anderen Arten, z. B. bei *Ch. coronata*). Doch entwickelt sich sehr oft diese letztere Zelle zu einem gewöhnlich nach oben gerichteten kleinen Stachel oder auch nur Kügelchen, wodurch der Stipularkranz doppelt wird. Man konnte also diese Art ebensowohl an Sectio Haplostephanae als an Diplostephanae führen. Bei Diplostephanae treten die Nebenblätter in Doppelpaaren für jedes Blatt auf; nur selten kommt es vor, dass eine Zelle der unteren Reihe im jugendlichen Zustande verharrt und sich nicht in 2 zu Stacheln entwickelnde Zellen theilt. Der untere Kranz legt sich doch immer (so viel ich gesehen habe) bei Diplostephanae abwärts am Stengel an. Desshalb bin ich geneigt, diese Art eher an Haplostephanae als an Diplostephanae anzufügen. Es ist sehr interessant eine solche Form zu finden, die zwischen zwei vorher recht wohl gegründeten Abtheilungen des Genus steht.

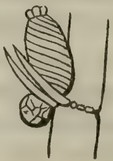

1.

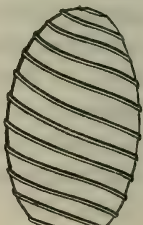

2.


6.


3.


4.


5.


7.

Erklärung der Abbildungen.

1.—3. Stipularkränze mit Stücken von Stengeln und Blättern.
4.—5. Fertile Blattgelenke.
6. Oberer Theil eines Blattes.
7. Kern des Sporangiums.

33. N. Wille: Ueber die Zellkerne und die Poren der Wände bei den Phycochromaceen.

Eingegangen am 2. Juni 1883.

Ein Zellkern ist bisher nur bei einer einzigen Phycochromacee, *Phragmonema sordidum* Zopf, von Schmitz[1]) nachgewiesen worden. Schmitz meint jedoch, dass diese Alge so sehr von den übrigen Phycochromaceen abweiche, dass er sie unter die Chlorophyllophyceen stellt. Derselbe Autor hat früher angegeben[2]), dass er einen Zellkern bei *Gloeocapsa polydermatica* nachgewiesen habe, später[3]) jedoch diese Angabe folgendermaassen berichtigt: „Die angeblichen Zellkerne von *Gloeocapsa* sind keine Zellkerne, sondern nur grössere Mikrosomen resp. Chromatinkörnchen."

Ich bin in diesen Tagen so glücklich gewesen, die Zellkerne bei einer unzweifelhaften Phycochromacee, *Tolypothrix lanata* (Desv.) Kütz. nachweisen zu können.

Die von mir untersuchte *Tolypothrix* hatte sich an einer *Aegagropila holsatica* Kütz., die im Jahre 1878 in dem See Walloxen bei Upsala von Professor Wittrock gesammelt und seitdem nur in wenig Wasser cultivirt worden war, entwickelt. Vielleicht hat diese Cultur und die spärliche Nahrungszufuhr verursacht, dass man im Protoplasma meist nur sehr wenige Mikrosomen finden konnte; dadurch waren die Zellen so durchsichtig geworden, dass man, sogar ohne Reagentien anzuwenden, hier und da die Zellkerne sehen konnte.

In einem Präparat, welches ich mit verdünnter Essigsäure behandelt hatte, konnte ich den Umriss des Zellkerns ganz deutlich sehen. Im Zellkerne zeigten sich ein oder zwei grosse, stark lichtbrechende Körnchen, die oft ein eckiges und unregelmässiges Aussehen hatten. Es scheint, als habe Schmitz[1]) ähnliche bei *Gloeocapsa* beobachtet. Dass sie Nucleoli sind, scheint mir nicht wahrscheinlich; überall wo ich nämlich den Nucleolus mit Hämatoxylin färben konnte, zeigte er sich durchaus rund.

---

[1]) Fr. Schmitz, Chromatophoren d. Algen. Bonn 1882. Separ. p. 174.

[2]) Schmitz, Untersuch. üb. Zellkern. d. Thallophyten. Bonn 1879. Separ. p. 12.

[3]) Schmitz, Unters. üb. Struktur d. Protoplasma u. d. Zellkerne. Bonn 1880. Separ. p. 40.

Viele Färbemittel waren gar nicht verwendbar. Essigsäure und Methylgrün hatten gar keinen Einfluss; der Farbstoff vermochte die umgebende dicke Membran nicht zu durchdringen, selbst nicht nach längerer Einwirkung einer concentrirten Lösung.

Eosin färbt den ganzen Zellinhalt, doch werden Nucleus und Nucleolus stärker gefärbt und dadurch ganz deutlich gemacht.

Eine verdünnte Hämatoxylinlösung hatte nach 16stündiger Einwirkung einen Effect, welcher dem vom Eosin hervorgerufenen ähnlich war; doch hatte das Protoplasma sich an den Wänden gesammelt, und in der Mitte der Zellen konnte man einen an Protoplasmabändern aufgehängten Zellkern sehen.

Eine concentrirte Hämatoxylinlösung zeigte nach einer Einwirkung von 20 Stunden noch bessere Resultate. Der Nucleolus war dann intensiv blau, der Nucleus nur schwach blau, der Zellinhalt kaum gefärbt; die Scheiden dagegen waren wieder etwas stärker gefärbt. Es ist mir auch hier gelungen, ein deutliches Theilungsstadium zu finden. In der sich theilenden Zelle konnte man zwei unmittelbar an einander liegende Zellkerne, beide mit Nucleolus, sehen. Ich glaube auch noch ein anderes Theilungsstadium gesehen zu haben. Der Zellkern war oval, mit zwei Nucleoli, und zwischen diesen wurde eine helle, stärker lichtbrechende Zone beobachtet. Das Protoplasma war jedoch in diesem Falle mit Mikrosomen, welche die Untersuchung sehr schwierig machten, erfüllt. Ich kann also nicht behaupten, dass diese letzte Beobachtung ganz unzweifelhaft sei, doch ist es mir wahrscheinlich, dass eine ähnliche Zellkerntheilung, wie ich sie bei *Conferva*[2]) nachgewiesen habe, auch bei *Tolypothrix* vorkommt. Es ist ja auch nicht zu erwarten, dass sich bei diesen Algen die Zelltheilung in gleichem Maasse complicire, wie bei den höheren Pflanzen.

Was die Anwesenheit der Zellkerne bei den übrigen Phycochromaceen betrifft, so glaube ich, dass man diese nicht unbedingt annehmen darf; ich kann mir denken, dass die Arbeitstheilung und eine damit zusammenhängende Differenzierung des Protoplasmas erst bei den höher entwickelten Formen durchgeführt ist. Vergleichende Beobachtungen

---

1) Schmitz, Unters. üb. Struktur d. Protoplasma u. d. Zellkerne. Bonn 1880. Separ. p. 41. Anm.

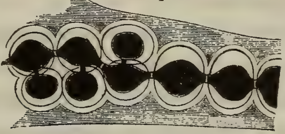
2) Wille, Algol. Bidrag. Kristiania 1880. Separ. p. 5.

hierüber habe ich indessen nicht angestellt; meine Studien bewegen sich zur Zeit in anderen Richtungen, und ich muss desshalb den Nachweis der Zellkerne und die Untersuchung der Theilung bei den Phycochromaceen andern überlassen. Bei den Scytonemeen und Sirosiphoneen darf man wohl günstige Resultate erwarten.

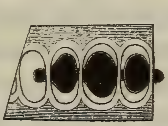
Mit der Untersuchung von getrocknetem Material einer brasilianischen Form von *Stigonema compactum* (Ag.) beschäftigt, habe ich bemerkt, dass die Zellen scheinbar mit einander in direkter Verbindung stehen. Nach der Behandlung mit Chlorzinkjod und verschiedenen Färbemitteln ist es mir gelungen, eine Struktur, die, wie ich glaube, noch nicht bekannt ist, nachzuweisen.

Wenn wir den einfachsten Fall, eine ungetheilte Zellreihe, zuerst betrachten, können wir folgende Membranschichten unterscheiden. Den Zellinhalt unmittelbar umgebend findet man eine dünne Membran, die sich durch Eintrocknen mit dem Zellinhalt contrahirt und dadurch sich von der inneren, festeren, stärker lichtbrechenden Schicht der Scheide trennt (Fig. 2).

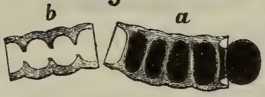
1



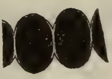
2



3



4



Sehr leicht kann man diese Membran sichtbar machen, wenn es durch Druck gelingt, eine Zellreihe von ihrer Scheide zu befreien; man sieht dann eine perlschnurartige Zellreihe, deren einzelne Glieder durch eine einfache Membran getrennt sind (Fig. 4).

Wie schon erwähnt, ist die Zellreihe von einer dicken Scheide (Zellmembran) umgeben; diese Scheide keilt sich auch in die Zwischenräume der an einander gränzenden Zellen ein (Fig. 3). Wenn die Zellen ganz jung sind, wie z. B. bei *Hormogonien*, die gerade anfangen zu wachsen, werden dieselben nur wenig getrennt; nach und nach wird der Keil (eigentlich eine Ringleiste) dicker, und die Zellen werden allmählich aus einander geschoben. Nur ein kleiner Fleck von der die Zellen ursprünglich trennenden Membran wird nicht dicker. Es entwickelt sich dadurch an beiden Seiten ein kurzer Porenkanal (Fig. 1 u. 2). Die trennende Membran ist oft sehr dünn, kaum sichtbar; man kann sich aber doch immer überzeugen, dass eine solche vorhanden ist. Wenn nämlich ein Faden abgerissen wird, stülpt sich die äusserste Zelle aus, und man kann leicht eine dünne Membran nachweisen.

Wenn die *Stigonema*-zellen sich auch in der Querrichtung theilen, findet man überall Poren (Fig. 1); doch sind sie in diesem Falle schwer nachzuweisen. Eine Durchlöcherung der trennenden Membranlamelle konnte ich nicht wahrnehmen; doch wird auch ohne dieselbe wohl soviel erreicht, dass alle *Stygonema*-Zellen unter einander in erleichterter Kommunication stehen.

Es liegt nicht zu entfernt, diese Porenkanäle mit denen der Florideen zu vergleichen. Wie diese letztern entstehen, und ob die Zellwand ganz durchlöchert ist, scheint mir weder nach der Darstellung von Wright[1]), noch nach derjenigen von Schmitz[2]) ganz klar. Jedenfalls sind sie bei den Florideen höher entwickelt und complicirter gebaut, doch haben sie wohl denselben Zweck; man könnte vielleicht vermuthen, dass sie die Diffusion erleichtern.

Zopf[3]) hat nachgewiesen, dass *Stygonema* sich in *Gloeocapsa* umwandelt. In diesem Falle verschwinden die Poren, wohl durch Vergallertung der dünnen Membranlamellen, und die einzelnen Zellen treten nun als Individuen auf. Man könnte dies vielleicht mit der Tetrasporenbildung bei den Florideen vergleichen.

Die Entdeckung der Zellkerne bei den Phycochromaceen beseitigt eine von den Schranken, welche die Phycochromaceen von den übrigen Algen (resp. Florideen) trennen, und diejenigen, welche mit Schmitz[4]) auf solche Dinge Gewicht legen, können in den Porenkanälen noch eine weitere Aehnlichkeit mit den Florideen sehen.

Stockholm, Ende Mai 1883.

34. H. Leitgeb: Ueber Bau und Entwicklung einiger Sporen.

Eingegangen am 9. Juni 1883.

Das für Pollenkörner und Sporen bezüglich des Baues ihrer Zellhaut lange Zeit geläufige Schema — ihre Zusammensetzung aus 2

---

1) Wright, On the bell-struct. of Griffithsia setacea (Ellis). Pl. XIII. f. 2—10.

2) Wright, On the Form. of the Siph. and Dev. of Tetrasp. in Polysiphonia. Pl. XIV., fig. 1—6 (Transact. of. Roy. Insh. Acad. Vol. 26, 18 19. Dublin 1879.)

3) Schmitz, Unters. üb. Befrucht. d Florideen. Berlin 1883. Separ. p. 6.

4) Zopf, Zur Morphol d. Spaltpflanzen. Lpz. 1882. Tab. VII, Fig. 1—9.

chemisch und physikalisch sich verschieden verhaltenden Häuten, der cuticularisirten Exine und der aus Zellstoff bestehenden Intine hat durch die Untersuchungen der letzten Jahre manche Einschränkung erfahren. Es wurden einerseits immer mehr Fälle bekannt, wo eine Differenzirung in 2 Häute überhaupt nicht zu beobachten ist und die ganze Haut an der späteren Schlauchbildung Antheil nimmt, während in anderen Fällen wieder die Unterscheidung von mehr als 2 Häuten, ebensowohl aus anatomischen wie entwicklungsgeschichtlichen Gründen geboten war. Es ist natürlich, dass mit diesen Abweichungen von der als typisch erkannten Hautstruktur auch die Benennungen der einzelnen Häute schwankend werden mussten, und es besteht eigentlich dermalen nur insoweit eine einheitliche Bezeichnungsweise, als die erste an den individualisirten Sporen resp. Pollenzellen auftretende Haut als Exine[1]) bezeichnet wird. Hält man dies fest, so können alle jene der individualisirten Pollen oder Sporenzelle resp. deren Exine aufgelagerten Häute, mögen sie nun aus dem Epiplasma hervorgehen oder aus der Mutterzelle oder nur aus inneren Schichten derselben (Specialmutterzellen) gebildet werden, wie es Strasburger vorgeschlagen, als Perinium (= Perispor, Epispor) bezeichnet werden. Völlig schwankend aber ist der Begriff der „Intine". Strasburger möchte jede zweite innerhalb der Exine gebildete Haut Intine nennen, wobei aber ihre chemische Natur gar nicht in Betracht käme. In diesem Sinne nennt er bei den Sporen von *Osmunda* die der Stäbchenschicht innen anliegende homogene Haut Endospor (= Intine), obwohl sie keine Cellulosereaction zeigt, und ebenso spricht Rauwenhoff[3]) bei den Sporen von *Gleichenia* von einem Endospor, obwohl diese innere Haut alle Merkmale einer cuticularisirten Membran besitzt, und die zum Keimschlauche werdende erst kurz vor der Keimung gebildet wird. Nun glaubt allerdings Rauwenhoff annehmen zu dürfen, dass jeder Keimung einer Spore die Neubildung einer Haut vorausgehe, gleichviel ob früher überhaupt eine die Zellstoffreaction zeigende Innenhaut vorhanden war oder nicht. Ich halte aber diese Verallgemeinerung für nicht begründet. Bei vielen dünnwandigen Sporen, welche in der Regel unmittelbar nach ihrer Reife und ohne einen Ruhezustand durchzumachen keimen, den Sporen vieler Jungermanniaceen (*Jungermannia*, *Lophocolea*, *Lepidozia*, *Blasia* etc.) ist überhaupt nur eine Haut mit allerdings cuticularisirter Aussenschicht vorhanden, welche unter Dehnung der letzteren zum Keimschlauche wird, ein Verhalten wie wir es auch an den Pollenkörnern mehrerer Phanerogamen (*Najas*, *Orchis*, und in gewissem Sinne ja auch bei *Allium fistulosum*) wiederfinden. Ich möchte also diesbezüglich eher mit

---

[1]) Ich schliesse mich damit Strasburger an, der die Ausdrücke Exine und Intine auch auf Sporen überträgt.

[2]) Bau und Wachsthum der Zellhäute . . . p. 136.

[3]) Bot. Zeitung 1879 p. 445.

Strasburger übereinstimmen, dass nur dort eine neue Keimhaut gebildet werde, wo in der reifen Spore keine die Cellulosereaction zeigende Innenhaut vorhanden sei, wie es also bei *Gleichenia*, nach Kny bei *Ceratopteris*, nach Strasburger bei *Lycopodium*[1]) und vielleicht auch bei *Equisetum* vorkommt, während in anderen Fällen derbhäutige — zur Ueberstehung einer Ruheperiode eingerichtete Sporen schon von der Zeit der Reife an eine aus Zellstoff bestehende Innenhaut besitzen und diese zur Bildung des Keimschlauches benützen. Es wird dies von verschiedenen Beobachtern mit aller Bestimmtheit angegeben. Jonkmann erwähnt ihrer bei *Angiopteris* und *Marattia*, Bauke bei den Cyatheaceen Tschistiakoff bei den Polypodiaceen und ich kann beifügen, dass bei allen dickhäutigen Lebermoossporen eine die Reaction der Cellulose zeigende Innenhaut vorhanden ist. Ich möchte es nun für zweckmässig halten, nur die durch besagte chemische Eigenschaft und Reaction ausgezeichnete innere Haut als Intine zu bezeichnen, und wo diese fehlt, auch ein Fehlen der Intine anzunehmen. In diesem Sinne würde an jenen Pollenkörnern, wo wie bei *Najas* die ganze Pollenhaut zur Schlauchbildung befähigt ist, eine Differenzirung von Exine und Intine überhaupt nicht vorhanden sein, ebenso wenig bei jenen, wo wie bei *Allium fistulosum* nur bestimmte Stellen der cuticularisirten einen Haut den chemischen Charakter der Intine zeigen und zu Schläuchen auswachsen können. Bezüglich der Sporen würde dann also wie bei *Gleichenia*, *Osmunda* etc. eine Intine erst bei der Keimung gebildet werden, während sie bei andern schon von der Reife an vorhanden wäre.

Bei vielen dickhäutigen Lebermoossporen zeigt die Sporenwandung constant mehrere deutlich differenzirte Häute. Man hat bis nun immer nur zwischen *Endo-* und *Exospor* unterschieden, verstand unter ersterer Bezeichnung die innerste aus Cellulose bestehende Haut, und fasste alle ihr aufgelagerten Schichten als *Exospor* (*Sporodermis*) zusammen. Nun ist aber diese „*Sporodermis*“ in gar vielen Fällen in 2 scharf unterschiedene und von einander trennbare Häute differenzirt, in nicht minderem Maasse, als wir es etwa an den Sporen von *Equisetum* finden, und ich konnte für einige Fälle ganz unzweifelhaft feststellen, dass dieselben auch verschiedener Abstammung sind. Ich werde an einem anderen Orte Gelegenheit haben, die diesbezüglich gemachten Beobachtungen ausführlicher mitzutheilen, und werde mich hier darauf beschränken, nur einige der wichtigeren Typen vorzuführen:

Die Sporen von *Preissia*, *Duvallia*, *Reboulia*, *Fimbriaria*, *Plagiochasma* etc. gehören dem einen Typus an: Die ziemlich mächtige in Chlorzinkjod stark quellende und sich bläuende Intine ist von einer ihr dicht anliegenden cuticularisirten Haut umschlossen, die durchaus strukturlos erscheint und als Exine zu bezeichnen ist. Sie wird überdeckt von einer dritten Haut, welche ringsum faltige Auftreibungen zeigt. Diese Falten zeigen an der Rückenfläche (Aussenfläche) der Spore netzförmige Anordnung und erscheinen dort, wo dieselben sehr enge sind, wie ein der Spore aufgesetztes Leistenwerk. An der (den 3 Innenflächen der tetraedrischen Spore entsprechenden) Bauchseite erscheint diese äussere Haut zu einer grossen Blase abgehoben[1]), ausserdem aber zu 3 die 3 Leisten der Spore bildenden scharf vorspringenden Falten zusammengelegt[2]). Andere kleinere unregelmässige und vom Aequatorialrande nach der Innenecke hin an Höhe abnehmende Falten geben den Sporen an dieser Seite ein unregelmässig runzeliges Aussehen. An den Stellen, wo die Aussenhaut der Exine nicht anliegt, ist dieser noch eine aus Körnchen und verbogenen Stäbchen zusammengesetzte Masse aufgelagert, die, wo sie mächtiger ist, in Folge einer regelmässigen Anordnung ihrer Elemente öfters eine Art Schichtung erkennen lässt. Es wird diese Masse später erst der Exine aufgelagert, lässt sich auch häufig von dieser trennen und gehört somit nicht dieser sondern der Aussenhaut an.

---

[1]) Ich finde übrigens bei allen Arten *Lycopodium* eine mit Cl Zn J sich bläuende Intine, die namentlich unterhalb der drei Leisten sehr mächtig ist.

Nur wenig verschieden von diesem Typus ist der, wie wir ihn bei *Grimmalda* (und *Boschia*) finden. Die Falten der Rückenfläche erscheinen als halbkugelige blasige Auftreibungen; an der Bauchseite bildet die Aussenhaut einen namentlich bei *Gr. dichotoma* weit abgehobenen Sack, der aber noch immerhin die 3 Leisten, die ebenfalls durch Falten gebildet werden, erkennen lässt. Auch hier erscheint der Exine an ihren freien Stellen eine ziemlich mächtige Körnerschicht aufgelagert, und auch die Innenseite der Blasenwandungen erscheint häufig fein gekörnt, seltener zeigen auch diese Wandungen, wie auch manchmal beim früheren Typus, körnige Struktur.

---

1) An trockenen Sporen erscheint die Blasenwand häufig eingesunken.

2) Besonders deutlich bei *Plagiochasma*arten, bei anderen (z. B. *Duvalia*) allerdings undeutlich. Ich habe in diesen blasigen Auftreibungen früher einen aerostatischen Apparat zu erkennen geglaubt. Es ist mir dies jetzt unwahrscheinlich geworden. Sie hätten diesbezüglich ja gar keinen Sinn bei jenen Pflanzen, wo die Sporen in dem Laube eingesenkten Kapseln erst durch deren Verwesung frei werden, ebenso bei den wasserbewohnenden Formen (*Riccia*). Auch muss man bedenken, dass diese Moose vorzüglich an von Wind geschützten Stellen — dem Erdboden dicht angeschmiegt, und von anderen höheren Pflanzen umgeben — wachsen, und dass die Stiele der Fruchtstände auch bei Formen welche diese Bildungen in ganz ausgezeichneter Weise zeigen (*Plagiochasma*) ungemein kurz sind. Ich möchte mich viel lieber der Ansicht zuneigen, dass dieselben den Zweck haben, die der Keimung vorausgehende Volumzunahme der Spore zu erleichtern. Namentlich der ventrale Sack, wie er bei *Grimmaldia* so auffällig ist, wird an dieser Seite, wo ja später der Durchbruch des Keimschlauches erfolgt — vor dieser Zeit schon ein ausgiebiges Wachsthum gestatten. Jedenfalls wird die doppelte Arbeit, der Durchbrechung der Exine und der Aussenhaut dadurch wesentlich erleichtert, dass sie in zeitlich getrennte Leistungen zerlegt wird.

Von diesen beiden Typen scheinbar grundverschieden und doch eigentlich nur eine Modification des zweiten darstellend, ist der Sporenbau bei *Corsinia.* Exine wie Intine zeigen sich wie in den früheren Fällen (die feinere Struktur der Exine übergehe ich dermalen), völlig abweichend aber ist der Bau der Aussenhaut. Sie ist ringsum von gleicher Dicke (bis 20 Mik!) und zeigt sich an der Rückenseite aus polygonalen (meist 6seitigen) Platten zusammengesetzt, während sie sich an der Bauchseite als eine continuirliche Kugelschale darstellt, an welcher jede Andeutung der Leistenbildung fehlt. In der Aequatorialebene der Spore, d. i. wo sich Rücken- und Bauchfläche berühren, ist diese Aussenhaut ringsum zu einem weit vorstehenden Saume vorgezogen. An der unveränderten Spore liegen die Platten der Rückenfläche mit ihren der Exine anliegenden Basen dicht aneinander, klaffen aber, sich etwas verschmälernd, nach aussen hin, und zeigen am Aussenrande einen vorstehenden, unregelmässig berandeten und einwärts, d. h. nach der Plattenmitte geneigten Saum, der hier und da zu vorstehenden Fetzen ausgezogen ist, seltener, namentlich in der Nähe des Aequatorialrandes zu einer die Platte kuppelförmig überwölbenden Decke zusammenschliesst. Diese vollkommenen Ueberwölbungen der Platten bekömmt man aber an Durchschnitten von in Gummi eingebetteten Sporen gar nie zur Ansicht, offenbar deshalb, weil die Deckenwand zart und ungemein spröde ist und bei der Herstellung des Präparates zerbrochen wird. Die Hauptmasse der Aussenhaut erscheint aus Körnchen und verbogenen Stäbchen zusammengesetzt granulirt, öfters aber auch namentlich an der Bauchfläche in Folge regelmässiger Lagerung diese Elemente, geschichtet[1]). Nach aussen ist sie an der Bauchseite durch eine homogene Lamelle begrenzt, welche sich auf der Rückenseite fortsetzt, hier die einzelnen Platten umsäumt und deren aufgestülpten Rand resp. die ganze Ueberdachung derselben bildet.

Am leichtesten verständlich wird dieser Bau durch Vergleichung der Sporen von *Grimmaldia.* Denken wir uns dort die der Exine innerhalb der Blasen aufgelagerte Masse viel mächtiger und die Decke der Blasen entfernt, so würden wir eine ähnlich gebaute Aussenschicht erhalten.

Noch abweichender gebaut sind die Sporen von *Sphärocarpus.* Sie bleiben bekanntlich in Tetraden vereinigt. Es ist dies aber nicht etwa, wie namentlich häufig bei *Lycopodium*, Folge einer einfachen Verklebung derselben an den Berührungswänden, sondern es sind dieselben in der That von einer eigenen gemeinsamen Haut umschlossen, deren Verbindung mit den die einzelnen Sporen trennenden und die Sporenfächer bildenden Scheidewänden schon a priori dafür spricht, sie als

---

1) Sie ist ungemein stark verkieselt, und man erhält durch Glühen am Platinblech die prächtigsten Skelete.

erhalten gebliebene Schichten der Sporenmutterzelle (Wände der Specialmutterzellen) zu deuten. Es hat schon Petounickow[1]) darauf hingewiesen und erwähnt, dass diese Verbindung der gemeinsamen, die Sporen umschliessenden Haut mit den die letzteren trennenden Scheidewänden besonders schön dann hervortritt, wenn man auf Durchschnitte verdünnte Chromsäure längere Zeit einwirken lässt, in welchem Falle in Folge der Quellung der Tetradenhaut diese in weiten Blasen von den Sporen abgehoben wird.[2]) Wendet man aber, und auch dies wurde schon von Petounickow hervorgehoben, starke Chromsäure an, so wird zuerst die peripherische Hülle in Folge der sehr raschen Quellung von den Scheidewänden losgerissen und als eine Blase abgehoben, dann aber sammt diesen gelöst. Die Sporen fallen nun auseinander, und lassen nun deutlich die beiden Häute — die cuticularisirte Exine und die Cellulosereaction zeigende Intine unterscheiden.

Die gemeinsame Haut erscheint an den freien Aussenflächen durch vorstehende netzartig verbundene Leisten, welche an den Knotenpuncten stachelig vorgezogen erscheinen, zierlich gefeldert. Soweit sie die die Sporenfläche trennenden Scheidewände bildet, ist sie granulirt; hier ist eine sie durchziehende Mittellamelle nicht vorhanden. Dass jene Leisten aus Membranfalten entstanden sind, lässt sich unschwer erkennen, und ebenso sind die den Knotenpunkten aufgesetzten Stacheln aus Faltungen hervorgegangen.

Dieser Skulptur der Aussenhaut entsprechend erscheint auch die Aussenfläche der Exine reticulirt, gewissermaassen einen Abdruck jener darstellend, indem jeder Falte eine schwache Erhebung, jeder Areole eine muldenförmige Vertiefung entspricht. An der ihr dicht anliegenden Intine ist jedoch keine Struktur erkennbar.

Die Entwicklungsgeschichte dieser Sporen ist nun von hohem Interesse einmal desshalb, weil sie uns die mechanischen Bedingungen kennen lehrt, welche die Skulptur der Häute zur Folge haben, anderseits aber auch aus dem Grunde, weil sie uns über deren Dickenwachsthum Aufklärung zu geben im Stande ist.

Indem ich eine eingehendere Darlegung der Entwicklung einer späteren Publication vorbehalte, will ich nur die wesentlichsten Momente, insoweit sie bei Erörterung der oben angedeuteten Fragen in Betracht kommen, hier besprechen:

Ich habe schon seinerzeit[3]) mitgetheilt, dass in einem gewissen Jugendstadium die Kapselwand von der kugeligen Zellgruppe des Innenraumes in einer weiten mit schleimiger Flüssigkeit erfüllten Blase abgehoben erscheint. Noch zur Zeit wo in jener Gruppe sterile und fertile

---

1) Bulletin de la Soc. bot. de France T. XIV.

2) Man vergleiche l. c. Pl. III. Fig. 10.

3) Lebermoose Heft IV.

(Sporenmutter) Zellen schon durch Grösse und Inhalt unterscheidbar sind, lässt sich die ihrer Entstehung entsprechende Anordnung in Querlagen deutlich erkennen. Nun beginnt mit rascheren Wachsthume der fertilen Zellen und ihrer Abrundung die Lösung des Verbandes, doch höchst selten in einzelne Zellen, sondern so, dass eine Gruppe von 2—3 selten mehrerer fertiler und einiger steriler Zellen zusammenhängend bleiben. Solche Gruppen, untermischt mit zahlreichen sterilen Zellen erfüllen nun den Sporenraum. Das Protoplasma der Sporenmutterzellen zeigt kammerige Struktur; die Kammern werden nach der Peripherie hin kleiner, und gleichmässiger, zahlreiche nicht sehr grosse Stärkekörner liegen demselben eingebettet. Die Membran bildet eine mächtige hyaline Hülle. Nach aussen glatt berandet, aber von einer anhaftenden Mikrosomenhaltigen Schicht umsäumt, zeigt sie an (optischen) Durchschnitten an ihrer Innenfläche eine gekerbte Contur, und man erkennt, dass die convex nach innen vorspringenden Parthien den Kammern, die Einkerbungen den Scheidewänden des Plasmakörpers entsprechen. Mit der Theilung des nun central gelegenen Kernes wird auch eine Differenzirung der Membran erkennbar in eine peripherische dichtere und eine innere minder dichte Schale. Sie verändern sich an unverletzten in Wasser gelegten Sporen kaum merklich, aber es wird zwischen beiden eine scharf conturirte Lamelle sichtbar; eine solche schliesst auch die äussere Schale nach aussen ab. Einwirkung von ClZnJ bringt nun die äussere Schale zu starker Quellung, doch so dass in Folge des Widerstandes der peripherischen Lamelle dieselbe nach innen erfolgt, wodurch die innere Schale zusammengedrückt, ihre peripherische Lamelle vielfach verbogen und gefaltet, nicht selten auch der Plasmakörper eingedrückt wird. Manchmal beobachtet man eine schwache Bläuung der in der Regel aber ungefärbt bleibenden Membran. Nun folgt Auseinanderweichen der Kerne und Ausbildung der Scheidewände. Wasser bewirkt eine geringe, ClZnJ eine starke Quellung der Mutterzellmembran, und wieder werden beide nun aber gleichmässig quellenden Schalen unter schwacher Bläuung deutlicher. Wenn man nun nach vorausgegangenem Auswaschen allmälig Alkohol zusetzt, so contrahirt sich die innere Schale nach aussen hin und man erkennt nun ganz deutlich die den oben erwähnten Vertiefungen des Protoplasmakörpers entsprechenden halbkugeligen Hervorragungen, welchen entsprechend in Flächenansicht ein polygonales Netz sichtbar wird.

Wenig später erscheint um jede Spore eine eigene Membran. Sie ist genau den Wellungen der Oberfläche angepasst, und stellt somit auch einen Abdruck der inneren Oberfläche der Hülle (Mutterzellmembran) dar. Cellulosereaction konnte ich an ihr zu keiner Zeit nachweisen. Nun folgt eine Verdichtung der innersten Lamelle der inneren Hülle. Wenn man in diesem Stadium verdünnte Schwefelsäure einwirken lässt, so quillt die äussere Hülle sehr stark, noch stärker die innere, welche endlich verschwindet, wobei aber im Falle als die Einwirkung nicht zu stark war, jene innerste Lamelle erhalten bleibt und nach dem Auswaschen des Reagens deutlicher wird. Sie erscheint vielfach und unregelmässig gefaltet, da und dort, namentlich über den Rückenflächen der Sporen von der Exine abgehoben; an diesen Stellen erscheinen die Falten wohl auch ganz ausgeglichen. Diese Lamelle ist die Anlage der bleibenden später die Tetrade umschliessenden gemeinsamen Membran, des Periniums, das also aus der innersten Lamelle der Membran der Mutterzelle resp. Specialmutterzelle hervorgeht. Diese Lamelle wird nun cuticularisirt, doch nicht gleichzeitig in ihrer ganzen Fläche sondern vorerst erscheinen da und dort Körnchen und verbogene Stäbchen. Lässt man in diesem Stadium ClZnJ einwirken, so quellen die Hüllen unter schwacher Bläuung, während jene körnigen Bildungen gelb werden und um die Tetrade einen Hof bilden. Anfangs noch in Kali löslich, und auch bei längerer Einwirkung von Schwefelsäure verschwindend werden sie später gegen diese Reagentien resistent, und erscheinen dann zu einer continuirlichen Membran verbunden. Quellungsmittel lassen, wie schon erwähnt, zur Zeit des Sichtbarwerdens des Periniums beide Hüllen noch deutlich hervortreten. Häufig platzt die äussere, und die innere sammt den Sporen wird ausgestossen, und zeigt nun (unter Wasser) ihre papillösen (prismatischen) inneren Hervorragungen, denen entsprechend in Durchschnittsansichten radial verlaufende Spalten erscheinen, während in Flächenansicht ein aus polygonalen Maschen gebildetes Netz sichtbar wird. Während der Ausbildung des Periniums nimmt die innere Hülle, deren peripherische Lamelle aber immer erhalten bleibt (ClZnJ färbt sie viel intensiver blau, als die inneren Parthieen) noch bedeutend an Dicke zu, und ihre Substanz wird dichter, während die äussere Hülle an Mächtigkeit abnimmt, dann auf ihre peripherische Lamelle reducirt erscheint, bis endlich auch diese verschwindet Werden Sporen in diesem Stadium ins Wasser gelegt, so quillt nun die innere, die Umgrenzung der Tetrade bildende Hülle sehr stark, stärker an den über den Rückenflächen der Sporen gelegenen Stellen (wo sie auch vor der Quellung dicker ist) als an den den Scheidewänden entsprechenden, und jene oben erwähnte Struktur wird auch ohne weitere Präparation deutlich erkennbar. Beim Beginne der Quellung wird nun die Rückenfläche der Spore häufig eingedrückt, offenbar aus dem Grunde, weil die peripherischen Parthieen der Hülle und vielleicht nur die äusserste dichtere Lamelle langsamer quellend, anfangs nicht eine entsprechende Umfangsvergrösserung gestatten. Später wird häufig die Sporenwand wieder ausgestülpt — und es geschieht öfters dass nun auch das früher mit eingestülpte Perinium (so lange es noch jung ist, gleichfalls quellend in ClZnJ) über der Sporenrückenfläche blasenförmig abgehoben wird.

Die Tetrade bleibt bis zur vollen Ausbildung des Periniums von der (inneren) Hülle umschlossen. Wenn die Sporenkapseln, die ja schon zur Zeit des Beginnes der Tetradenbildung vom Stiele losgerissen sind, durch Verfaulen des Thallusgewebes isolirt herumliegen und das Perinium schon eine tiefschwarze Farbe angenommen hat, sind die Tetraden noch immer von einer mächtigen, nach aussen scharf contourirten Schleimhülle umschlossen, die, wie ich glaube, erst zugleich mit der Kapselwand zerstört wird.[1])

Betrachten wir nun nochmals die Entstehung und Ausbildung der Häute im Zusammenhange. Das kämmerige Struktur zeigende Protoplasma der Sporenmutterzelle ist von einer Membran umschlossen, deren innere Schichten stärker quellbar sind, als die äusseren. Es erleidet daher das Protoplasma einen radialen Druck, in Folge dessen die den Kammern entsprechenden Theile, welche offenbar weniger Widerstand leisten können, als die Kammerwände, etwas eingedrückt werden. Dieselbe Ausgestaltung der Oberfläche finden wir, wie es zuerst Schmitz nachwies und später Strasburger bestätigte, auch an den noch nackten, innerhald der Tetradenwände gelegenen Pollenzellen von *Cobea scandens* und ich zweifle nicht, dass auch hier dieselben mechanischen Momente bestimmend einwirken, nämlich die Struktur des Protoplasmas und der durch die quellbare Membran central gerichtete Druck. Diese dem Sporenkörper gewissermaassen aufgedrungene Ausgestaltung der Oberfläche entsprechend, bildet sich nun die sporeneigene Membran aus. Ihr folgt später die Anlage des bleibenden Periniums durch chemische Metamorphose der innersten Lage der Membran der Sporenmutterzelle. Der Exine innig angeschmiegt, wiederholt sie genau die Ausgestaltung dieser. Ihren flachen Vertiefungen entsprechend, sind auch die später zu den Leisten (oder besser Falten) werdenden Hervorragungen anfangs kaum merkbar. Nun wird die äussere Hülle der Mutterzellenmembran gelöst und dadurch der

---

1) Nicht minder interessant, als die Entwicklung der Sporen, ist die der sterilen Zellen. Sie sind zur Zeit, als der Unterschied zwischen ihnen und den Sporenmutterzellen erkennbar wird, dicht mit zusammengesetzten von einer grünen Plasmaschicht überzogenen Stärkekörnern erfüllt, und durch Fragmentation mehrkernig (2—8) geworden. Sie erscheinen häufig durch Hautschichtwände — seltener durch Cellulosewände getheilt. Sie liefern das Material zum Wachsthum der Sporen. Die zu beobachtenden Veränderungen vollziehen sich im Allgemeinen in der Weise, dass an einer Stelle ihrer Oberfläche (wohl einer Berührungsstelle mit einer Sporenmutterzelle) ein oder ein Paar Stärkekörner in die Bruchkörner aufgelöst und an ihrer Oberfläche corrodirt erscheinen. Später sind sie verschwunden und nun werden auch die innen gelegenen Stärkekörner verbraucht. Zur Zeit etwa, wo das Perinium gebildet wird, zeigen daher auch die meisten sterilen Zellen nur mehr die peripherisch gebildeten Körner in einer hohlkugeligen aber an einer Stelle unterbrochenen Schicht angeordnet. Nun findet man sie auch häufig durch Cellulosewände getheilt. Auch die Lebensgeschichte dieser Zellen soll an einem anderen Orte ausführlicher besprochen werden. (Man vergleiche auch Lebermoose Heft IV. p. 72.)

radiale (central gerichtete) Druck vermindert, aber nicht aufgehoben, weil die pheripherische dichtere Lamelle der bleibenden inneren Hülle denn noch immerhin Wiederstand leistet. Wie die in diesem Stadium zu beobachtenden Quellungserscheinungen zeigen, streben sich die den Vertiefungen der Exine angepassten warzenförmigen Erhebungen der inneren Hülle zu Prismen zu verlängern, und dadurch werden die den Leisten der Exine aufgesetzten Parthieen des ja dem Ueberzug jener Warzen bildenden Periniums gedehnt, dabei von der Exine abgehoben, und es entstehen dadurch Faltungen. Je höher diese nun in Folge weiterer Dehnung werden, desto mehr werden ihre peripherischen an der Exine keinen Widerhalt mehr findenden Parthieen dem ja selbstverständlich auch in tangentialer Richtung sich geltend machenden Drucke der quellenden Hülle ausgesetzt sein, und zu Leisten und an den Knotenpunkten des Netzes zu noch weiter vorspringenden Stacheln zusammengedrückt werden. Es ist dies aber ein verhältnissmässig sehr spätes Stadium; in der That sind anfangs nur Falten vorhanden, und auch die Stacheln sind bis an ihre Spitze hohl.

So bestimmt, wie ich glaube, die primäre Struktur des Protoplasmas und das Quellungsbestreben der so lange erhalten bleibenden Membran der Mutterzelle die endliche Ausgestaltung der Exine und des Periniums [1]).

Wie verhält es sich nun mit dem Dickenwachsthum des Membran? Es ist vorerst kein Zweifel, dass die verschiedenen Häute nach einander angelegt werden; zuerst die Exine, dann das Perinium, zuletzt die Intine. Wie die Verdickung der eigenen Sporenhäute vor sich geht, konnte ich nicht feststellen, dieselben bleiben überhaupt ziemlich dünn; da aber die Exine schon vor Anlage der Intine ihre definitive Dicke erreicht, so wäre ein Appositionswachsthum allerdings nicht ausgeschlossen. Das Perinium entsteht durch Metamorphose der innersten Lamelle der Mutterzellmembran, und bleibt bis zu seiner vollen Ausbildung von Theilen jener (der inneren Hülle) umschlossen. Sein Dickenwachsthum durch Auflagerung aus dem Protoplasma des Kapselraumes ist unmöglich, und kaum zweifelhaft, dass es auf Kosten der Substanz der Hülle erfolgt. Dass es aber einfach durch successive Metamorphose der angrenzenden Lamellen jener verstärkt wird; zu dieser Annahme liegt wenigstens kein zwingender Grund vor, und es tritt auch bei Quellung derselben eine Schichtung nicht hervor.

Es ist aber noch eins zu beachten: die innere Hülle nimmt von der Zeit an, wo sich schon die Exine ausgebildet hat, die äussere Hülle aber noch lange erhalten bleibt, ganz unzweifelhaft an Mächtigkeit zu. Es ist dies aber nicht Folge einer stärkeren Quellungsfähigkeit, denn die Substanz wird, wie gar kein Zweifel sein kann, dichter, und $ClZnJ$ bewirkt eine viel intensivere Blaufärbung als früher. Es hat sich also ihr Cellulosegehalt vermehrt, und es bleibt wohl kaum eine andere Annahme möglich, als die, dass dies durch Intussusceptionswachsthum wobei eine Ernährung von aussen ja nicht ausgeschlossen ist, geschehe.

---

[1]) Vergl. Mohl, Verm. Schrift. p. 92.

Auch bei *Corsinia* entsteht die mächtige der Spore aufgelagerte Schichte — das Perinium — aus der Membran der Mutterzelle, und zwar aus deren inneren Schichten (Specialmutterzelle) und es beginnt seine Bildung nach Anlage der Exine und bevor noch die peripherischen Schichten verschwinden. Abgesehen davon, dass hier die Sporen isolirt werden, besteht der wesentliche Unterschied gegenüber von *Sphaerocarpus* darin, dass bei *Corsinia* die ganze der inneren Hülle von *Sphaerocarpus* entsprechende Schale (nicht blos deren innerste Lamelle) in die Bildung des Periniums eintritt, und dass in Folge der viel grösseren Quellungsfähigkeit der äusseren Hülle und der peripherischen Lamelle der inneren, die stärker quellenden Parthieen der letzteren nicht nach innen, sondern nach aussen vorgewölbt werden.

Es ist naheliegend, auch für die übrigen oben erwähnten dickhäutigen Sporen, dieselbe Abstammung ihrer äusseren Haut zu vermuthen. Es steht mir aber dermalen nicht das geeignete Material zur Verfügung, um mir darüber Gewissheit zu verschaffen.

Graz im Juni 1883.

---

35. I. Urban: Die Medicago-Arten Linné's.

Eingegangen am 9. Juni 1883.

Mehrere der vorlinnéischen Botaniker, besonders PARKINSON (1640), J. BAUHIN (edit. Chabraei 1651), MORISON (1680), RIVIN (1691) und andere, hatten den zahlreichen Formen der Gattung *Medicago* (*Medicae* oder *Cochleatae* oder *Trifolia cochleata* von ihnen genannt) eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt und dieselben durch gelungene Abbildungen hauptsächlich der Früchte, welche gerade die wichtigsten Charaktere darbieten, vortrefflich zur Darstellung gebracht. Mit LINNÉ machte die Kenntniss des Genus einen bedeutenden Rückschritt. Mit Ausnahme sehr weniger, auf den ersten Blick schon als weit von einander abstehend sich documentirender Arten vereinigte dieser alle übrigen beschriebenen Formen in die einzige Species *M. polymorpha*, indem er sie in 14 Varietäten zerlegte, die, selbst wenn man den weitesten Artbegriff gelten lassen will, mindestens 13 gute Arten darstellen. LINNÉ scheint zu diesem Schritte, welchen man gerade von ihm nicht erwarten sollte, durch eine gewisse Voreingenommenheit verleitet zu sein, die ihn von eigenen sorgfältigeren Studien abhielt. Das spricht sich wenigstens in den Citaten aus, welche RICHTER im Codex botanicus Linnaeanus aus seinen Schriften zusammengestellt hat: „Varietates hujus (*M. polymorphae*) numerosae vix limites admittunt. In cochleis hic provocavit polymorpha natura Floram in certamen cum Fauna“; „Polymorpha haec species, Canis instar, produxit numerosas varietates, quamvis non in eadem regione proveniant“; endlich „Quis omnes recensere queat, ubi natura varietate ludere et sese oblectare gestiat.“ Hätte LINNÉ diese Aussprüche über *Hieracium* oder *Rubus* gethan, so könnte man sie gerechtfertigt finden. Bei *Medicago* dagegen verhält sich die Sache ganz anders. Die Arten variiren zwar mit wenigen Ausnahmen innerhalb sehr weiter Grenzen und enthalten je eine Fülle von in Wuchs, Bekleidung, Blattform und besonders in der Gestalt der Früchte verschiedenen, aber mit einander zusammenhängenden Formen; allein zwischen den einzelnen Species ergeben sich dem genauen Beobachter sehr weite Lücken, welche durch Zwischenformen in der Zukunft wohl sicher nicht mehr ausgefüllt werden, um so weniger, da die Gattung dem hinreichend genau explorirten Mittelmeergebiete angehört.

Da den LINNÉ'schen Arten und Varietäten entweder nur sehr kurze oder gar keine Beschreibungen beigefügt sind, so muss man, um dieselben mit den jetzt gebräuchlichen Namen zu identificiren, auf die von LINNÉ citirten Abbildungen der Patres und auf sein Herbar zurückgehen, welches letztere ich im vergangenen Sommer in den Räumen der Linnean Society zu London durchzusehen Gelegenheit hatte. In der folgenden Uebersicht sind die vorangesetzten Zahlen die Nummern des RICHTER'schen Codex; dann folgen die Namen LINNÉ's (die Spec. Plant. sind nach der II. Auflage citirt), endlich bei jetzt anders benannten Formen die von mir in meinem Prodromus[1]) angewendete Nomenclatur.

5712. **M. arborea** L. Spec. Plant. 1096 et Herb.!

5713. **M. Virginica** L. Spec. Plant. 1096 = *Lespedeza reticulata* Pers.

5714. **M. radiata** L. Spec. Plant. 1096 et Herb.!

5715. **M. circinnata** L. Spec. Plant. 1096 et Herb.! = *Hymenocarpus circinnatus* Savi (die gewöhnliche kurzstachelige Form).

5716. **M. sativa** L. Spec. Plant. 1096 et Herb.!

5717. **M. falcata** L. Spec. Plant. 1096 et Herb.!

5718. **M. lupulina** L. Spec. Plant. 1097 et Herb.! (die gewöhnliche Form ohne Drüsenhaare auf den Hülsen).

5719. **M. marina** L. Spec. Plant. 1097 et Herb. (unter *M. maritima*)!

---

1) Urban: Prodromus einer Monographie der Gattung Medicago in den Verhandlungen d. botanischen Vereins d. Provinz Brandenburg, Bd. XV (1873) p. 1—85.

5720. **M. polymorpha.**

Var. α. **orbicularis** L. Spec. Plant. 1097 et Herb.[1])! = *M. orbicularis* All. Im Herbar liegen zwei Exemplare der gewöhnlichen Form, deren Früchte 3—4 mit den Rändern an einander liegende Windungen und einen Durchmesser von 13—15 *mm* besitzen.

Var. β. **scutellata** L. Spec. Plant. 1097 et Herb.! = *M. scutellata* All.

Var. γ. **tornata** L. Spec. Plant. 1098 umfasst zwei zu ganz verschiedenen Arten gehörige Formen. LINNÉ citirt dazu zunächst aus PARKINSON's Theatrum botanicum p. 1116 die Medica tornata major et minor lenis; die Medica tornata major aber ist nach Abbildung und Beschreibung *M. turbinata* W. var. *inermis* Aschs., die Medica tornata minor ist *M. obscura* Retz. var. *tornata* (W.) form. *inermis*. Ausserdem findet sich bei LINNÉ noch aus MORISON's Plantarum Historia universalis die Fig. 11 der tab. 15 citirt, welche jedoch eine ganz andere Art (*M. Carstiensis* Wulf. mit stacheligen Früchten) darstellt; da dies Citat unstreitig auf einem Druckfehler beruht, so ist es gänzlich zu ignoriren. — Im Herbar liegt unter *M. tornata* die WILLDENOW'sche Form: *M. obscura* Retz. var. *tornata* (W.) form. *inermis* mit rhombischen Blättern, 5—7-blüthigen Inflorescenzen und links gedrehten Früchten, welche 4½—5 Umläufe und 6,5 *mm* Durchmesser besitzen.

Var. δ. **turbinata** L. Spec. Plant. 1098 ist nach den Citaten aus MORISON und besonders aus JOH. BAUHIN = *M. tuberculata* W. und nicht *M. turbinata* W. Für letztere Ansicht trat MORIS[2]), einer der vortrefflichsten Kenner der Gattung, ein, indem er sagt: „Synonymon *Medica dicarpos*, *fructus capsula turbinata*, *rugosa* Moris. Hist. 2 p. 153 a LINNAEO ad *Medic. polymorpham turbinatam*, pariter refertur a WILLDENOWIO ad *Med. turbinatam* et *tuberculatam* . . . . Ex iconibus autem 5 et 6 Moris. sect. 2 tab. 15 prior ad *Med. turbinatam* spectare potest, etsi spirarum margo omnino laevissimus, aequiori autem jure altera (seu icon 6 l. c.) ad *Med. turbinatam* cum LINNAEO, quam cum WILLDENOWIO ad *Med. tuberculatam* referri posse videtur: etenim praeterquam quod legumen a MORISONIO ejus magnitudinis pictum est qualem in *Med. tuberculata* (mihi saltem) observare nunquam obtigit, accedit quod idem MORISONIUS in plantae ad quod legumen spectat descriptione vol. 2, p. 153, flores tradat binatim pedunculo haerentes, qui quidem binum numerum in *Med. turbinata* non superant; terni, seni, octoni, raro in nonnullis pedunculis bini observantur in *Med. tuberculata*.“ Dem gegenüber ist aber folgendes geltend zu machen: 1. Wenn MORISON's Figur 6 die *M. turbinata* W. darstellen sollte, so

---

1) Die Herbarexemplare haben noch den alten Gattungsnamen *Medica*.

2) Flora Sardoa I. 444.

würde von ihm die ungleich häufigere, auch von älteren Botanikern schon abgebildete *M. tuberculata* W. gänzlich übergangen sein, während die ziemlich seltene stachellose Form von *M. turbinata* zweimal zur Darstellung gekommen wäre. 2. MORISON citirt zu seiner Art die Medica magna turbinata des BAUHIN, welche 4—6 Blüthen in der Traube besitzt und zweifellos *M. tuberculata* W. ist; ausserdem variirt die Anzahl der Blüthen auch bei *M. tuberculata* von 8 herab bis zu einer einzigen. 3. Die ebenfalls aus BAUHIN entlehnte Beschreibung: unaquaeque spira gemino denticellorum ordine caelata est, medium secante zonula perpetua" ist für *M. tuberculata* ungemein zutreffend; desgleichen ist in der Abbildung der für diese Species charakteristische Rand — kurze, zweizeilig angeordnete Stacheln, die bei der Reife durch Wucherung des Zellgewebes sich beinahe zu Höckern umformen, aus denen die Stacheln nur noch als Spitzchen hervorsehen — deutlich wahrzunehmen.[1]) Es bleibt also für MORIS' Ansicht nur die etwas ungewöhnliche Grösse der abgebildeten Frucht übrig (9 *mm* Durchmesser, während derselbe gewöhnlich nur 6—7,5 *mm* beträgt). BAUHIN's Medica magna turbinata, welche LINNÉ an zweiter Stelle citirt, bezieht sich aber, wie schon bemerkt, zweifellos auf *M. tuberculata* W. — Im LINNÉ'schen Herbar findet sich diese Species nicht.

Var. ε. **intertexta** L. Spec. Plant. 1098 ist nach Beschreibung und Citaten = *M. intertexta* Gärtn. var. *echinus* (DC.), mit Ausnahme des Citates von MORISON's Figur 7, welche trotz der fehlenden Behaarung als *M. ciliaris* W. zu deuten ist. — Auch im Herbar liegt unter derselben Bezeichnung dieselbe Form.

Var. ζ. **muricata** L. Spec. Plant. 1098 ist nach den wiedergegebenen kurzen Diagnosen (Namen im damaligen Sinne) der Patres ohne Zweifel *M. rigidula* Desr. Wenn man aber die von LINNÉ angezogene Figur 11 des MORISON vergleicht, so würde man unmöglich an die genannte Art, sondern an eine Form von *M. hispida* Gärtn. oder an *M. Carstiensis* Wulf., welche sie in der That darstellt, denken müssen. Es ist nun für die Identifizirung der MORISON'schen Figuren folgende Erwägung von besonderer Wichtigkeit. Während diejenigen Botaniker, welche zu ihrer Nomenclatur auch die längeren Namen und Abbildungen der Patres citirten, die erste Figurenreihe auf Tafel 15 des MORISON (Fig 1—9) im Anschluss an seine kurzen Diagnosen und anderweitigen Erläuterungen im Allgemeinen richtig erklärt haben, schweigen sie über die folgenden 12 Figuren der Trifolia cochleata s. Medicae coch-

---

1) Mit grosser Sorgfalt hat MORISON's Zeichner fast ausnahmslos auf die Drehungsrichtung der Früchte geachtet. Die Figuren sind offenbar naturgetreu gezeichnet und desshalb beim Abdruck spiegelbildlich wiedergegeben. Es ist nun sehr bemerkenswerth, dass die an den Gestaden des westlichen Mittelmeerbeckens nur linksgedreht vorhandene *M. tuberculata* auch bei MORISON dieselbe Drehungsrichtung zeigt, während fast alle anderen Figuren rechtsgedrehte Früchte aufweisen.

leatae entweder ganz und gar oder geben fast ausnahmslos falsche Deutungen. Da nämlich bei dem genannten Autor die Nummern des Textes mit den zu den Figuren gestellten Zahlen sonst immer dieselben sind, der Text also gleichsam eine Figurenerklärung darstellt, so wird man in der That beim Studium von Fig. 10—21, wenn man den Text mit in Betracht zieht, sehr bald irre. Durch folgende einfache Conjectur kommt aber sofort die grösste Klarheit in die Sache: Man denke sich, dem Zeichner sei bei der Anordnung der Figuren ein Fehler untergelaufen; man ziehe deshalb zu Fig. 10—16 den Text No. 15—21 und weiterhin zu Fig. 17—21 den Text No. 10—14 (wie auch schon vorher zu Fig. 3 den Text No. 4 und umgekehrt) und man erstaunt nicht nur über die vortreffliche Beschreibung im Anschluss an die guten Abbildungen, sondern auch über die grosse Anzahl der dem MORISON schon bekannt gewesenen *Medicago*-Species (es sind deren 19 gegenüber den 18 Arten LINNÉ's, die dieser zum Theil nur aus der älteren Literatur zusammengetragen — die Anzahl in dem von mir adoptirten Umfange). Man muss selbstverständlich nunmehr, nicht wie es LINNÉ gethan hat, die einfache Nummer oder Figur citiren, sondern beides auseinander halten. Die von LINNÉ citirte Medica cochleata dicarpos, capsula spinosa rotunda minore muss demnach den Zusatz: Morison Hist. II, p. 153 n. 11 t. 15. f. 18 erhalten. — In LINNÉ's Herbar liegt unter var. *muricata* die typische *M. tuberculata* W.

Var. η. **Arabica** L. Spec. Plant. 1098 ist nach allen von LINNÉ reproducirten Citaten, sowie nach seiner eigenen Beschreibung *M. Arabica* All. — Die unter jenem Namen im Herbar befindliche Pflanze ist dagegen *M. ciliaris* W.

Var. ϑ. **coronata** L. Spec. Plant. 1098 ist *M. coronata* Desr. — Im Herbar liegt unter diesem Namen *M. hispida* Gärtn. var. *pentacycla* Urb. (*M. nigra* W.), mit 4—5 Windungen und 3—5 Früchten in der Traube.

Var. ι. **rigidula** L. Spec. Plant. 1098 ist *M. rigidula* Desr. — Da im Herbar unter diesem Namen *M. coronata* Desr. liegt, und da die beiden Arten sehr weit von einander abstehen und die letztere wenigstens sehr charakteristisch ist, so hat wohl später eine Verwechselung der Etiquetten stattgefunden.

Var. ϰ. **ciliaris** L. Spec. Plant. 1099 ist nach der Mehrzahl der Citate *M. ciliaris* W.; einige (z. B. das aus GOUAN, GERARD) deuten auf *M. hispida* Gärtn. var. *pentacycla* Urb. hin. Man kann auch sagen: die Var. *ciliaris* in LINNÉ's Spec. ist *M. ciliaris* W., in LINNÉ's Mantissa eher *M. hispida* Gärtn. var. *pentacycla* Urb. — Im Herbar ist sie nicht vertreten.

Var. λ. **hirsuta** L. Spec. Plant. 1099 ist *M. minima* Bartal. (nach dem BAUHIN'schen Citat eine mehr niederliegende Form). — Im Herbar nicht vorhanden.

Var. *μ.* **minima** L. Spec. Plant. 1099 ist ebenfalls *M. minima* Bartal. (nach dem BAUHIN'schen Citat eine aufgerichtete Form). — Im Herbar nicht vorhanden.

Var. *ν.* **laciniata** L Spec. Plant. 1099 nach den Citaten und nach dem Herbarexemplar = *M. laciniata* All.

Var. *ξ.* **nigra** L. Mant. II. p. 454 ist nach den Citaten *M. hispida* Gärtn. var. *pentacycla* Urb. (*M. nigra* W.). — Im Herbar nicht vorhanden.

Einige wenige andere im LINNÉ'schen Herbar befindliche Formen brauchen hier nicht besprochen zu werden, weil sie entweder von LINNÉ selbst unbestimmt gelassen und erst von einer späteren Hand Bezeichnungen erhalten haben, oder weil sie überhaupt erst nach seinem Tode seinem Herbar einverleibt sind. — Die *Medicago floribus foliolo proliferis* L. Hort. Cliff. 378 ist eine Form mit vergrüntem Karpell, wahrscheinlich von *M. lupulina* L.; bei dieser Art wenigstens ist die Erscheinung wiederholt beobachtet.

Nachdem nunmehr die Bedeutung der LINNÉ'schen *Medicago*-Arten nach Literatur und Herbar, soweit es überhaupt möglich war, festgelegt worden ist, kann zunächst die Frage erörtert werden, ob sich Consequenzen für die jetzige Benennung der Species daraus ergeben. Es handelt sich dabei nur um die Varietäten der *M. polymorpha*, da die ihr vorhergehenden Arten ja den LINNÉ'schen Namen (mit Ausnahme von *M. Virginica* und *M. circinnata*) zweifellos behalten. *M. orbicularis* All., *scutellata* All., *intertexta* Gärtn., *Arabica* All., *coronata* Desr., *minima* Bartal., *laciniata* All., auch *ciliaris* W. haben von den nachlinnéischen Autoren, welche diese Formen zuerst als selbständige Arten beschrieben haben, sofort die Bezeichnung bekommen, die vorher die LINNÉ'schen Varietäten hatten. Die Var. *γ. tornata* muss ausser Betracht bleiben, weil sie zwei specifisch verschiedene Formen umfasst, von denen gerade die *M. tornata* W. einem grösseren Formenkreise (*M. obscura* Jacq.) angehört; die var. *ζ. muricata* und *λ. hirsuta* fallen mit var. *ι. rigidula* (*M. rigidula* Desr.), resp. mit var. *μ. minima* (*M. minima* Bartal.) zusammen; die Var. *ξ. nigra* ist zwar von WILLDENOW mit seiner *M. nigra* richtig identificirt; allein dieselbe ist nur ein Glied einer Reihe von specifisch zusammengehörigen Formen, von denen die zuerst als selbständig hingestellte den Namen *M. hispida* Gärtn. erhalten hat. Die Var. *δ. turbinata* endlich, welche WILLDENOW zu seiner *M. turbinata* zieht, welche aber höchst wahrscheinlich *M. tuberculata* W. darstellt, kann um so weniger zu einer Namensänderung Anlass geben, als die Identifizirung der LINNÉ'schen Varietät wegen des MORISON'schen Citates nicht einmal über allen Zweifel erhaben ist, ganz davon abgesehen, dass, wenn die jetzige *M. tuberculata* den Namen *turbinata* erhalten sollte, auch die jetzige *M. turbinata* W. umgetauft werden müsste.

Eine andere Frage ist es dagegen, ob wir Veranlassung haben, falls wir das Klammerprincip adoptiren wollen, vor den Autoren der oben genannten 9 Arten (denn nur um diese kann es sich hier handeln) die Linné'sche Autorität in Klammer einzuschieben. Wird eine früher beschriebene Art nämlich zu einer anderen Gattung gebracht, oder eine als Varietät beschriebene Form, wie hier geschehen, zum Range einer Art erhoben, so wird unter Beibehaltung des specifischen resp. Varietäts-Namens der Autor der Art oder Varietät in Klammer vor den Autor gesetzt, welcher die richtige Zusammenstellung des generischen und specifischen Namens vorgenommen hat, „der historischen Gerechtigkeit wegen." Die Frage ist entschieden zu verneinen. Denn wollte man Gerechtigkeit walten lassen, so müsste man die Patres einklammern, welche die *Medicago*-Arten schon so vortrefflich beschrieben und abgebildet und oft sogar die binäre Nomenclatur zur Anwendung gebracht haben¹), während Linné die von jenen aufgestellten Species unter ganz ungerechtfertigter Herabdrückung zu Varietäten rein literarisch (ausserdem nicht einmal erschöpfend) katalogisirt und dazu nicht nur nichts zur naturhistorischen Kenntniss derselben beigetragen, sondern sie zum Theil auch nicht einmal nach Ausweis seines Herbars zu identificiren vermocht hat.

---

1) Man vergleiche z. B. die *Medica scutellata* J. Bauh., welche Morison Hist. II. 152 unter dem Namen: *Medica cochleata major dikarpos fructus capsula rotunda globosa scutellata*, nobis, folgendermassen beschreibt: Haec cubitales, robustos, hirsutosque habet cauliculos, eosque partim erectos, partim procumbentes: folia tergemina, majuscula et latiuscula, acuminata, subtus hirsuta, circumquaque crenata: flores sunt pauci, lutei, binatim petiolo unico utplurimum haerentes, quos volutarum instar cochleatae siliquae sequuntur planae exterius, interius veluti e scutellis quatuor, aut quinque compositae, ut inferior major semper convexam suo cavo excipiat. Semina in gyris latent renalia, majora seminibus reliquarum sui generis Medicarum: radix est simplex fibrosa." Nach dieser Beschreibung wird Jeder, auch ohne Abbildung, die Art bestimmen können.

36. G. Haberlandt: Ueber die physiologische Funktion des Centralstranges im Laubmoosstämmchen.

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 15. Juni 1883.

So allgemein auch gegenwärtig vom deskriptiv-anatomischen Standpunkte aus die Ansicht vertreten wird, dass der Centralstrang des Laubmoosstämmchens als „rudimentäres Gefässbündel“, als „Urleitbündel“ aufzufassen sei, so ist doch bisher über die im Centralstrange geleiteten Stoffe so gut wie gar nichts Bestimmtes bekannt geworden. Die Mehrzahl der Autoren scheint eben die Bezeichnung „Urleitbündel“ auch im physiologischen Sinne gelten zu lassen und anzunehmen, dass alle die verschiedenen Stoffe, welche in einem vollkommenen Phanerogamen-Gefässbündel geleitet werden, sich ohne räumliche Trennung auch im Centralstrange des Moosstämmchens auf- und abbewegen.

Auf Grund einer Reihe von Ueberlegungen, welche die im Laufe der phylogenetischen Entwickelung vor sich gegangene Entstehung concentrischer Gefässbündel mit centralem Hadromtheil betrafen, gelangte ich zu der Vermuthung, dass der auf dem Querschnitt gleichartig gebaute Centralstrang des Laubmoosstämmchens ein rudimentärer, wasserleitender Hadromstrang sein könne; diese Vermuthung wurde gleich durch die ersten Versuche, welche ich hierüber anstellte, vollkommen bestätigt.

Das Stämmchen von *Mnium undulatum* erwies sich zur Durchführung derartiger Wasserleitungs-Versuche als besonders geeignet; es besitzt nämlich einen schön ausgebildeten Centralstrang, der von einer ziemlich durchsichtigen Rinde umgeben wird und seine zahlreichen, verhältnissmässig grossen Blättchen repräsentiren eine ansehnliche Transpirationsfläche. Der Centralstrang grenzt sich gegen das parenchymatische Gewebe der Rinde sehr scharf ab und besteht aus lauter gleichartigen Zellen; dieselben besitzen dünne Längswände, welche im Alter eine gelb-bräunliche Farbe annehmen und sehr zarte, schief gestellte Querwände. Bringt man einen Stammquerschnitt in concentrirte Schwefelsäure, so werden zuerst die Wände der Strangzellen mit Ausnahme der Zellkanten gelöst, dann allmälig die Wandungen der angrenzenden Parenchymzellen und der Stereiden und zuletzt erst die etwas verdickten Kanten der Strangzellen und die Wandungen der Epidermis.

Die Zellinhalte des ausgebildeten Centralstranges bestehen im frischen Zustande des Stämmchens blos aus wässeriger Flüssigkeit. Von Stärkekörnchen, Fetttröpfchen oder plasmatischen Wandbelegen ist absolut nichts wahrnehmbar. Diese Thatsache bildet für die Erkenntniss der physiologischen Funktion des Centralstranges schon einen deutlichen Fingerzeig.

Wenn man ein frisch abgeschnittenes, unbenetztes Stämmchen unseres Mooses mit seinem blattlosen unteren Ende 1—2 mm tief in wässerige Eosinlösung[1]) tauchen lässt, so steigt dieselbe blos im Centralstrange und zwar mit ziemlich grosser Schnelligkeit empor. Wegen der Durchsichtigkeit der Rinde kann man den rothen Faden der Eosinlösung während des Versuches sehr deutlich mit unbewaffnetem Auge verfolgen und nach gewissen Zeitintervallen die Steighöhe der Lösung abmessen. Im Nachstehenden bringe ich einen solchen Versuch zur Mittheilung, welcher mit einem reichbeblätterten, 55 mm hohen Stämmchen bei c. 20 Grad C. angestellt wurde.

Die Steighöhe der Farbstofflösung betrug

nach	5	Minuten	28	*mm*
„	10	„	35	„
„	15	„	41	„
„	20	„	43	„
„	25	„	45	„
„	30	„	46,5	„
„	35	„	47,5	„

Nach 1 Stunde war die Eosinlösung im Centralstrange bis knapp unter die Spitze des Stämmchens gedrungen, während dieselbe nach gleicher Zeit in der Rinde blos etwas über 2 mm hoch gestiegen war. — Verschiedene andere Versuche lieferten ganz ähnliche Ergebnisse.

Aus den angeführten Zahlen geht hervor, dass die Eosinlösung in den ersten 5 Minuten am raschesten emporstieg; später sank die Schnelligkeit der Bewegung um ein beträchtliches. Diese Verlangsamung des aufsteigenden Saftstromes erklärt sich daraus, dass während der Dauer des Versuchs die transpirirenden Blättchen allmälig gegen die Spitze des Stämmchens zu austrockneten und verschrumpften, so dass die transpirirende Blattfläche immer kleiner wurde. In der verhältnissmässig trockenen Luft des Versuchsraumes wurden eben an das Wasserleitungsvermögen des Centralstranges zu grosse Ansprüche gestellt.

Schon mit freiem Auge beobachtet man, dass die Eosinlösung aus dem Centralstrange um so rascher in die umgebende Rinde austritt, je

---

1) Dieser Farbstoff ist bekantlich zuerst von Elfving bei Wasserleitungs-Versuchen verwendet worden (Vgl. bot. Zeitung, No. 42, 1882).

jünger der betreffende Abschnitt des Stämmchens ist. Man sieht dann alsbald auch die Blattnerven sich roth färben, so dass wohl kein Zweifel darüber bestehen kann, dass die transpirirenden Blätter vom Centralstrange aus mit Flüssigkeit versorgt werden.

Ich gehe nun zu den Ergebnissen der mikroskopischen Untersuchung über, welcher die Versuchsobjekte unterworfen wurden. Ein knapp unter dem oberen fortschreitenden Ende des rothen Wasserfadens angefertigter Querschnitt lässt unter dem Mikroskope auf das deutlichste erkennen, dass sich die Farbstofflösung nur im Centralstrange aufwärts bewegt; sämmtliche Zelllumina desselben sind mit rother Flüssigkeit erfüllt und ebenso sind auch die Längswände der Strangzellen roth tingirt. Es scheint übrigens die Durchlässigkeit dieser Wandungen mit dem Alter ebenso abzunehmen, wie die Durchlässigkeit der Rindenzellwände, so dass es bei der Wasserbewegung im älteren Centralstrange hauptsächlich auf die Permeabilität der zarten, schiefgestellten Querwände ankommen dürfte. Dieselben wären demnach in physiologischer Hinsicht mit den Schliesshäuten der Hoftüpfel zu vergleichen.

Wenn man ein frisch abgeschnittenes Stümmchen von *Mnium undulatum* ohne Wasserzufuhr 10—15 Minuten lang transpiriren lässt, bis die Blättchen mehr oder weniger stark verschrumpft sind und dann durch einen Längsschnitt den Centralstrang blosslegt, so erscheint derselbe dem unbewaffneten Auge als heller, silberglänzender Faden; seine Zellen sind nun offenbar lufthaltig geworden. An dickeren Längsschnitten, welche man rasch unter das Mikroskop bringt, sieht man in der That, dass sämmtliche Zellen des Centralstranges und nur diese, zum grössten Theil mit Luft erfüllt sind.[1]) In unverletzten, welken Stämmchen wird diese Luft zweifellos in hohem Grade verdünnt sein, genau so, wie in den Gefässen transpirirender Phanerogamen. Auch hierfür konnte der Beweis leicht erbracht werden. Wenn ich ein frisches Stämmchen sorgfältig aus dem Polster herauslöste, dann welken liess und schliesslich unter der Eosinlöung entzweischnitt, so drang dieselbe im Centralstrange mit verhältnissmässig grosser Schnelligkeit bis zur Spitze des Stämmchens empor. Der bekannte Höhnel'sche Versuch gelingt also bei entsprechender Modifikation vollständig. Aus einer grösseren Anzahl derartiger Versuche seien hier die nachstehenden mitgetheilt:

Ein 40 *mm* hohes Stämmchen, dessen untere Blätter vollständig, dessen obere theilweise verschrumpft waren, wurde 4 mm unterhalb der Stelle, an welcher die ersten Rhizoiden auftraten, in der Eosinlösung entzwei geschnitten.

---

1) Bei stärkerer Austrocknung werden dann auch die angrenzenden Rindenzellen lufthaltig.

Die Steighöhe betrug

nach 30 Sekunden . .	21,0 *mm*
„ 60 „ . .	27,5 „
„ 90 „ . .	31,0 „
„ 120 „ . .	33,5 „

Ein anderes Stämmchen von 40 mm Höhe mit vollständig verschrumpften Blättern wurde in der Höhe von 10 mm unter der Eosinlösung durchschnitten. In weniger als einer Minute stieg die Lösung im Centralstrange bis zu einer Höhe von 37 mm empor. —

Die mit noch einigen anderen Laubmoosarten (*Hypnum splendens*, *Bartramia pomiformis* u. A.) angestellten Versuche berechtigen mich das für *Mnium undulatum* gefundene Resultat zu verallgemeinern: Der homogen gebaute Centralstrang des Laubmoosstämmchen ist wohl in allen Fällen ausschliesslich ein das Wasser und die Nährsalze leitender Gewebestrang.

Bei den höchst entwickelten Laubmoosen, den *Polytrichum*-Arten zeigt bekanntlich der Centralstrang einen complizirteren Bau. Ein Cylinder aus dickwandigen, gelb-braunen Zellen, welche auf dem Querschnitte durch sehr zarte Wände gleichsam gefächert erscheinen, wird von einer Gewebeschichte umgeben, deren Zellen sehr zartwandig und englumig sind. Dann folgt noch eine dünnwandige, dunkelbraune Scheide. Die dickwandigen Zellen des centralen Cylinders enthalten im frischen Stämmchen Wasser, im welken führen sie Luft. Die Zellen der ringförmigen Gewebeschicht dagegen sind plasmahaltig und weisen auch Stärkekörnchen und Fetttröpfchen auf. Natürlich liegt unter solchen Verhältnissen die Vermuthung nahe, dass blos der centrale Cylinder als Wasserleitungsgewebe fungire, während die angrenzende Hülle ein rudimentäres, eiweissleitendes Leptom vorstelle. Die Richtigkeit dieser Annahme lässt sich bezüglich des centralen Gewebecylinders leicht nachweisen. Die im transpirirenden Stämmchen aufsteigende Eosinlösung bewegt sich blos in den dickwandigen Zellen aufwärts und zwar von Lumen zu Lumen. Dabei werden nur in den jüngeren Theilen des Stämmchens auch die verdickten Wände roth gefärbt. Aus den wasserleitenden Zellen dringt die Eosinlösung sehr rasch in die angrenzende Gewebshülle ein, so dass, wenn die Querschnitte in zu geringer Höhe angefertigt wurden, der Anschein entsteht, als wenn der gesammte Centralstrang das Wasser leiten würde. Dies ist aber bestimmt nicht der Fall.

Das *Polytrichum*stämmchen besitzt bekanntlich auch Blattspurstränge. Die Eosinlösung steigt in denselben noch rascher aufwärts, als im Centralstrange. Von einer bestimmten Höhe an sind nämlich auf dem Stamm-Querschnitt die Blattspuren bereits intensiv roth gefärbt, während das wasserleitende Gewebe des Centralstranges noch farblos ist.

Da die Blätter von *Polytrichum* mit ihren zahlreichen assimilirenden Gewebelamellen ausgiebig transpiriren, so ist die Schnelligkeit, mit der sich der Wasserstrom im Centralstrange aufwärts bewegt, eine verhältnissmässig grosse. In einem 70 *mm* hohen Stämmchen von *Polytrichum juniperinum*, dessen obere Hälfte mit grünen Blättern besetzt war, betrug die Steighöhe der Eosinlösung nach 15 Minuten 63 *mm* (Temperatur des Versuchsraumes 20° C.). Im Anschluss daran möchte ich noch einen Injectionsversuch beschreiben, der mit einem 10 cm langen Stämmchen angestellt wurde. Dasselbe wurde zunächst welken gelassen, bis sich die Blattspreiten aufgerichtet und an das Stämmchen angeschmiegt hatten. Dann wurde das Stämmchen gebogen und unter der Eosinlösung ungefähr in der Mitte entzweigeschnitten. Nach 40 Sekunden war der Centralstrang in der beblätterten Stammhälfte ungefähr 30 mm weit mit der Farbstofflösung injicirt. Ungefähr eben so tief drang die Lösung in die untere Stammhälfte ein. —

Nur mit wenigen Worten will ich noch schliesslich die Wasserleitung in den Blattnerven und in den Fruchtstielen besprechen. Was die ersteren betrifft, so bewegt sich bei complicirterem Bau derselben das Wasser in jenen dünnwandigen, englumigen Zellen, welche bald in isolirten Zügen, bald zu zarten Bündeln vereinigt auftreten und von Lorentz[1]) als „Begleiter, comites" eingehend beschrieben wurden. — In der Seta steigt das Wasser (beziehungsweise die Eosinlösung) so wie im Stämmchen blos im Centralstrange empor. Ob aber derselbe hier gleichfalls nur als Wasserleitungsgewebe fungirt, muss vorläufig noch dahingestellt bleiben.

Nach dem Mitgetheilten ist der typisch gebaute Centralstrang des Laubmoosstämmchens nicht als rudimentäres Gefässbündel, sondern als ein Hadromstrang einfachster Art aufzufassen; seine Zellen sind nicht mit Cambiformzellen zu vergleichen, sondern mit wasserleitenden Tracheiden. Erst bei den höchst entwickelten Laubmoosen, den *Polytrichum*-Arten, repräsentirt der Centralstang ein höchst einfach gebautes Gefässbündel; dasselbe gehört dem concentrischen Typus an. Es wird nun gewiss Niemand die Ansicht vertreten wollen, das concentrische Bündel des *Polytrichum*-Stämmchens sei durch fortschreitende Differenzirung des homogen gebauten Centralstranges, beziehungsweise Hadromstranges entstanden. Eine Metamorphose von wasserleitenden Elementen zu eiweissleitenden ist in der That kaum vorstellbar. Es wird daher richtiger sein, wenn wir annehmen, dass die Leptomhülle des *Polytrichum*-Bündels ein Differenzirungsprodukt der Rinde ist, welch' letztere im typisch gebauten Laubmoosstämmchen mit homogenem Centralstrange noch die gemeinsame Bahn für alle plastischen Baustoffe (Kohlehydrate und Eiweisssubstanzen) vorstellt. Bei fortschreitender Arbeitstheilung hat dann später eine räumliche Trennung der Leitungsbahnen stattgefunden. Den Eiweisssubstanzen wurde das neu auftretende Leptom zugewiesen, welches sich ringsum an das bereits vorhandene Hadrom anlehnte, den Kohlehydraten blieb die parenchymatische Rinde reservirt. So entstand das concentrisch gebaute Gefässbündel mit centralem Hadromtheil. — Die successive Differenzirung der stoffleitenden Gewebe des Laubmoosstämmchens darf demnach als ein schwerwiegendes Argument zu Gunsten der Ansicht gelten, dass das Gefässbündel ursprünglich keine histologische Einheit war, sondern in ähnlicher Weise durch das Zusammentreten von Leptom- und Hadromsträngen entstanden ist, wie sich noch später die Mestomstränge mit Stereombündeln zu Fibrovasalsträngen vereinigt haben.

---

[1]) Lorentz, Grundlinien zu einer vergleichenden Anatomie der Laubmoose, Pringsheim, Jahrb. f. w. Bot. VI. Bd., p. 378 ff.

Der Nachweis, dass der homogen gebaute Centralstrang des Laubmoosstämmchens eine centrale Wasserader vorstellt, ist auch vom rein physiologischen Standpunkte aus von einiger Bedeutung; denn nirgends vollzieht sich bei höheren Pflanzen der Prozess der Wasserleitung auf so einfache, leicht controlirbare Weise: In einem Bündel langgestreckter meist dünnwandiger Zellen strömt das Wasser von Lumen zu Lumen aufwärts; in den jüngeren Stadien sind sämmtliche Wände der Leitungszellen permeabel und erst im Alter nimmt die Durchlässigkeit der Längswände für Wasser ab. Bei gehemmter Wasserzufuhr und fortdauernder Transpiration werden die Zellen sehr bald entleert und füllen sich mit Luft von geringer Tension. — Die Wasserleitung im Laubmoosstämmchen ist demnach das einfachste Beispiel für eine Reihe wichtiger Erfahrungssätze, welche wir den Untersuchungen Boehm's, Höhnel's, Elfving's, Russow's u. A. verdanken und welche die Grundlagen einer neuen Theorie der Wasserleitung bilden.

---

37. M. Willkomm: Umbilicus Winkleri, ein neuer Bürger der europäischen Flora.

Eingegangen am 16. Juni 1883.

Im vergangenen Winter schickte mir Herr Moritz Winkler in Giessmannsdorf (Schlesien) eine Anzahl Pflanzen, welche er in den Jahren 1873 und 1876 in Spanien gesammelt, meist nur in einzelnen oder wenigen Exemplaren, mit der Bitte, dieselben, soweit möglich, zu bestimmen, da ihm deren Bestimmung nicht gelungen war. Unter diesen Pflanzen fiel mir gleich bei der ersten flüchtigen Durchsicht eine Crassulacee auf, welche ich für ein *Sempervivum* gehalten haben würde, hätte ein der Etikette beiliegender Zettel nicht die Aufschrift gehabt: „*Sedum* aut *Umbilicus*?“ Eine sorgfältige Untersuchung der Blüte ergab nun in der That, dass diese Pflanze ein *Umbilicus* sei und zwar eine noch unbeschriebene Art aus der Section *Rosularia* DC. Die Arten dieser Section, welche sämmtlich perennirend sind und die grundständigen Blätter gleich den *Semperviven* in Rosetten gruppirt haben, wie sie auch durch Entwicklung steriler Blattrosetten und den ganzen Habitus an *Sempervivum* erinnern, bewohnen, soweit dieselben bisher bekannt waren, ausschliesslich das westliche Asien, beziehentlich Kleinasien mit den benachbarten Inseln, die Kaukasusländer, Persien, Palästina und Mesopotamien. Die Entdeckung einer Art dieser Section in Europa, zumal im südwestlichsten Theile dieses Continents ist daher eine Thatsache von höchstem Interesse in pflanzengeographischer Beziehung. Das räthselhafte Vorkommen dieser Pflanze in so weiter Entfernung von ihren Schwestern würde nur dann seine Erklärung finden, wenn dieselbe, und was mir wahrscheinlich ist, im gegenüberliegenden Mauritanien und den östlichen Ländern Nordafrikas wieder gefunden würde. Herr Winkler hat dieselbe am 29. April 1873 auf Felsen bei San Roque (nördlich von Gibraltar) in wenigen damals in voller Blüte stehenden Exemplaren beobachtet und jenen Standort auch auf seiner zweiten Reise im J. 1876 wieder aufgesucht, ohne mehr oder bessere Exemplare finden zu können. Jedenfalls erreicht dieselbe dort ihre Polargrenze und wird sich im gegenüberliegenden Marocco in grösserer Menge wiederfinden. Da sie von allen asiatischen Arten verschieden ist, so halte ich sie unbedenklich für eine neue Art, welcher ich den Namen des verdienstvollen Entdeckers mit dessen Zustimmung zu geben mir erlaubt habe. Ich lasse nun die Beschreibung dieser interessanten Pflanze folgen, von welcher ich in der 8. Lieferung meiner Illustrationes florae Hispaniae insularumque Balearium eine Abbildung geben werde.

Umbilicus Winkleri n. sp. Perennis, rhizomate cylindrico ramoso rosulas foliorum fertiles et steriles ad basin foliis emortuis stipatas edente. Folia oblonga obtusa carnosa, undique pilis articulatis viscosis abbreviatis vestita. Caulis florifer e centro rosulae emergens, humilis, parce foliatus, pariter atque rosularum folia pilis articulatis obsitus, foliis minoribus, sursum decrescentibus, sessilibus, facile secedentibus. Inflorescentia terminalis, cymosa, dichotoma, ramis cymae recurvatis subscorpioideis ebracteatis. Flores breviter pedunculati, sub anthesi erecti, deinde pedunculo recurvato nutantes. Calyx quinquefidus, lobis obovatis apiculatis, dorso margineque pilis abbreviatis simplicibus sed capitulum glandulosum ferentibus viscidis vestitis. Corolla subrotata, calyce duplo longior, quinqueloba, lobis ovatis breviter acuminatis, margine glanduloso-ciliatis, albis sed venis virentibus eleganter striolatis. Stamina 10 supra basin corollae inserta, inclusa, filamento lato tenero diaphano, anthera cordato-rotundata atropurpurea. Carpella 5 libera, glandulis 5 hypogynis carnosis truncatis croceis cincta, oblique ovoidea, stylo laterali brevi extus curvato, in stigma capitatum desinente terminata, intus ad suturam ventralem ovula multa lanceolata stipitata ferentia. — Folia glauco-virentia, rosularum 10—12 *mm* longa. Caules 4—5 *cm* alti, flores expansi 8—10 *mm* lati.

Boissier ordnet in seiner Flora orientalis (vol. II p. 770) die Arten der Section *Rosularia*, deren er 12 beschreibt, in zwei Gruppen, nämlich: 1. in solche caule florifero determinato e centro rosulae nascente und 2. in solche caulibus indeterminatis extrarosularibus. *Umbilicus Winkleri*, dessen Blütenstengel aus dem Centrum der Blattrosette hervorbricht und an der Theilungsstelle der Inflorescenz durch die älteste Blume geschlossen ist, gehört folglich zur ersten Gruppe, von welcher Boissier nur eine Art mit bleich- bis purpurrothen Blumen anführt, nämlich *U. elymaiticus* Boiss. et Hausskn. vom Prof. Haussknecht in den Hochgebirgen des südwestlichen Persien entdeckt. Abgesehen von der Blumenfärbung unterscheidet sich diese Art von *U. Winkleri* durch die spatelförmigen am Grunde lang verschmälerten Blätter, ihren von der Basis an reich verzweigten einen pyramidalen Blütenstand bildenden Stengel und die Glockenform der Blumenkrone. Habituell gleicht die spanische Pflanze dem zur zweiten Gruppe gehörigen, in den Gebirgen Nordpersiens und Südkaukasiens wachsenden, schon vom Marschall Bieberstein (unter *Cotyledon*) beschriebenen *Umbilicus Sempervivum* DC., welcher übrigens auch purpurne Blumen besitzt, die dreimal länger als der Kelch und bis über die Mitte in lanzettförmige lang zugespitzte Zipfel getheilt sind.

---

38. Carl Steinbrinck: Ueber den Oeffnungsmechanismus der Hülsen.

Eingegangen am 21. Juni 1883.

Nachdem G. Kraus in seiner i. J. 1866 erschienenen Abhandlung: „Ueber den Bau trockener Pericarpien“ als eine der wesentlichsten Eigenthümlichkeiten in dem anatomischen Bau der Hülsen die zur Fruchtaxe schiefe Richtung und den gekreuzten Verlauf der Hartschicht- und Aussenepidermis-Zellen nachgewiesen hatte, suchte ich i. J. 1873[1]) zu zeigen, dass die auffallende Orientirung jener Gewebselemente mit dem Oeffnungs- und Schleuder-Mechanismus der Papilionaceenfrüchte im engsten Zusammenhang stehe. Auf Grund der an vielen Pericarpien gemachten Beobachtung, dass die gestreckten Zellen derselben beim Austrocknen ihrer Wandung vorwiegend in der Quere schrumpfen, stellte ich die Behauptung auf, dass bei den trockenen Hülsenklappen zwar die Einwärtsbewegung an sich auf Differenzen der Quellungsfähigkeit beruhe, welche zwischen den Wandsubstanzen der Aussenepidermis (resp. des Hypodermas) und der Hartschicht bestehen, dass aber die Art der Einwärtsbewegung, nämlich die schraubige Krümmung, durch hygroskopische Spannungen bedingt sei, welche durch die erwähnten Stellungsunterschiede hervorgerufen werden. Gegen diese Auffassung hat nun i. J. 1881 A. Zimmermann in seiner Abhandlung: „Ueber mechanische Einrichtungen zur Verbreitung der Samen und Früchte mit besonderer Berücksichtigung der Torsionserscheinungen“ Einwand erhoben.[2])

Er sagt nämlich (pag. 26): „Vom mechanischen Standpunkt lässt sich gegen diese Erklärung nichts einwenden, und es stimmen auch die von Steinbrinck angeführten Experimente mit derselben vollkommen überein. Nur eine Prüfung seiner Theorie vermisst man gänzlich an seinen Angaben, nämlich die, wie sich nach Abtrennung der äusseren Schichten die Hartschicht verhält. Finden an dieser dann noch dieselben Torsionen statt, wie dies Hildebrand für *Lupinus* behauptet, so fällt natürlich damit seine ganze Theorie“. Bei *Orobus vernus* und *Caragana arborescens* glaubt er nun an der isolirten Hartschicht „dieselben“ Torsionen wie an der vollständigen Klappe wahrgenommen zu haben; er sieht daher das Hartgewebe allein als den Sitz der hygroskopischen Spannungen an und bemerkt bezüglich der Aussenepidermis: „die äussere Epidermis (und deren anatomische Verstärkung bei *Caragana*) wirkt nur verstärkend . . . auf den Mechanismus ein“ (pag. 38). „Uebrigens ist diese Verstärkung nur gering“ (pag. 28). Diese Ergebnisse lassen ihm die Richtigkeit meiner Ansicht auch in den von mir besprochenen Fällen zweifelhaft erscheinen. —

---

[1]) Inauguraldissertation: Ueber die anatomischen Ursachen des Aufspringens der Früchte.

[2]) Da ich aus der Abhandlung, welche erst vor wenigen Tagen zu meiner Kenntniss gelangt ist, ersehe, dass Zimmermann bei der Anführung meiner betreffs der Torsion der *Erodium*-Granne gewonnenen Resultate aus der Abhandlung: „Untersuchungen über das Aufspringen einiger trockner Pericarpien“ einen fatalen Druckfehler (Bot. Zeit. 1878, pg. 597, Zeile 3 v. o) nicht als solchen erkannt hat, so erlaube ich mir, denselben bei dieser Gelegenheit richtig zu stellen. Es heisst dort von den durch Maceration isolirten mittleren Fasern: „Sie zeigen oft schon ohne Anwendung weiterer Quellungsmittel eine Vertiefung in Form einer linksläufigen Spirale“ — Anstatt des Wortes: Vertiefung ist zu lesen: Streifung, dem entsprechend, dass auch fernerhin im Text (s. Zeile 11 und 16 v. o), sowie in der Anmerkung nur von der Nägeli'schen Spiral- oder Ring-Streifung die Rede ist. — Zugleich sei bemerkt, dass in der Figurenerklärung am Schluss desselben Aufsatzes statt *Veronica agrestis* wie im Texte *Veronica arvensis* zu lesen ist.

Die Spannungen innerhalb der Hartschicht führt er nun auf Schrumpfungs-Unterschiede zurück, welche durch anatomische Differenzen angedeutet sind. Er präcisirt dieselben genauer dahin, „dass, während die äusseren Zellen sehr dickwandig und auf den Tangentialwänden mit feinen Porenkanälen, die sich oft baumartig verzweigen, wie übersät sind, also den sclerenchymatischen Steinzellen sehr nahe zu stehen scheinen, die inneren trotz ihrer geringen Wanddicke den Character echt mechanischer Zellen besitzen; diese haben nämlich normale schiefgestellte Poren und auch in viel geringerer Anzahl“ (s. pag. 29). Die letztbeschriebenen dünnwandigeren schiefporigen Fasern sieht Zimmermann demnach offenbar als das active Schrumpfungsgewebe, die äusseren dickwandigeren, steinzellenähnlichen als das passive Widerstandsgewebe an. Mithin müsste, wenn man die ersteren entfernte, die Schraubenkrümmung ganz unterbleiben oder „nur gering“ sein. Ich habe das einfache Experiment an der Hülse von *Lathyrus odoratus*[1]) angestellt. Bei einiger Geduld gelingt es leicht, an grösseren Klappenstücken die von Zimmermann für activ angesehenen Fasern durch Schaben vermittelst eines Scalpells mit convexer Schneide gänzlich zu beseitigen. Derartig präparirte Streifen, an welchen ich mich durch in verschiedener Richtung geführte mikroskopische Schnitte überzeugte, dass die Hartschicht etwa auf die Hälfte reducirt war, und der Rest nur noch die dickwandigeren äusseren mit vielen Porenkanälen durchsetzten Zellen enthielt, nahmen nun beim Austrocknen ebenfalls eine Schraubenkrümmung an, welche weder in der Grösse der Drehung noch in der Energie derselben auffallend hinter der Schraubenkrümmung gleicher unversehrter Streifen zurückblieb. In Erwägung der sehr grossen Uebereinstimmung, welche Aussenepidermis und Hartschicht bei *Lathyrus odoratus* und *Orobus vernus* zeigen, bezweifle ich nicht im mindesten, dass der Versuch an *Orobus vernus* dasselbe Resultat ergeben wird. Ebensowenig ist mir in Anbetracht der mächtigen Entwicklung des Hypodermas bei *Caragana* das Ergebniss des Versuchs an dieser Hülse fraglich.

Unterzieht man nunmehr die Schraubenkrümmungen der ganzen Klappe und der isolirten Hartschicht von *Lathyrus odoratus* einer vergleichenden quantitativen Prüfung, so zeigt sich, dass diese durchaus nicht „dieselben“, vielmehr in mehrfacher Beziehung wesentlich verschieden sind. Zunächst ist die Grösse der Drehung an der trockenen Hartschicht erheblich geringer, als an der ganzen Klappe. Während ein Streifen der letzteren oder auch ein nach obiger Angabe präparirtes der Innenfasern beraubtes Stück etwa $1\frac{1}{2}$ Windungen einging, zeigten Streifen der isolirten Hartschicht von gleicher Grösse nicht einmal eine ganze Windung. Aehnliches beobachtet man an anderen Hülsen. An ganzen Hartschichten einer kleinen *Vicia* z. B. war die Einwärtskrümmung nur schwach angedeutet, während die jedesmal derselben Hülse entnommene vollständige Schwesterklappe mehr als einmal gewunden war.

---

[1]) Sie ist in meiner Dissertation pag. 12 ff. nach der damaligen Angabe des Bonner botan. Gartens fälschlich als *Vicia colorata* beschrieben.

In noch höherem Grade wird durch die Wegnahme der Aussenepidermis die Drehungs-Energie vermindert. Während man die Einrollung der isolirten Hartschichten von *Lathyrus*, *Lupinus albus* u. a. mit der Hand sehr leicht nahezu völlig aufheben kann, leistet die vollständige Klappe der rückwärtsdrehenden Hand einen beträchtlichen Widerstand. Um durch einen Versuch ein ungefähres Maass für das Verhältniss der Widerstandsgrössen in beiden Fällen zu erlangen, wurde folgendermaassen verfahren. Sowohl von der isolirten Hartschicht, als von der vollständigen Klappe einer trockenen *Lathyrus*-Hülse wurden rinnenförmige Streifchen von 1 cm Länge und etwa 3 mm Breite so geschnitten, dass die Längsränder den Fasern parallel liefen. Dieselben wurden vermittelst Siegellacks mit dem einen Längsrande zwischen zwei Objectträger oder an deren schmale Seitenfläche gekittet. Dann wurde über den freien Längsrand jedes Stückchens ein Faden gelegt, an dessen herabhängende Enden ein Gewicht angeknüpft war. Bei den der Aussenepidermis beraubten Streifen genügte ein Gewicht von etwa 20 *g*, um den belasteten Rand völlig herabzubiegen und den Streifen annähernd flach zu strecken; bei den mit der Aussenepidermis versehenen dagegen reichte selbst ein Gewicht von 250 *g* nicht hin, um die rinnenförmige Biegung zu beseitigen; eine stärkere Belastung konnte nicht erprobt werden, da sie den Bruch herbeiführte. — Endlich ist auch die Schnellkraft einer vollständigen Klappe, wie sich beim Loslassen derselben nach einer schwachen Rückwärtskrümmung ergiebt, trotz ihrer geringen Biegsamkeit weit erheblicher, als die der schlafferen Hartschicht. Von welcher Bedeutung die hiermit nachgewiesene, allein durch die Mitwirkung der Aussenepidermis erzielte hohe Drehungsenergie und Elasticität der Klappen für den Oeffnungs- und Schleuder-Mechanismus ist, bedarf wohl keiner weiteren Erörterung. —

Wenn nun im vorigen nur Gewicht gelegt worden ist auf den Antagonismus zwischen der Aussenepidermis und der Hartschicht als Ganzem, so soll damit nicht behauptet werden, dass die Schrumpfungs-Differenzen, welche in der Hartschicht selbst auftreten, ganz ohne Belang seien.

Vielmehr würden ja, wenn die sämmtlichen radial hintereinander gelegenen Zelllagen die gleiche Quellungsfähigkeit besässen, bei der beträchtlichen Dicke des Hartgewebes und der starken Windung der Klappen, die äusseren Hartlagen durch die inneren gedehnt werden müssen, und diese hinwiederum durch jene an der Schrumpfung gehindert werden. Am zweckmässigsten würde die Einrichtung erscheinen, dass die Quellungsfähigkeit der Zellwandmassen in der Hartschicht von aussen nach innen allmählich zunähme. Diese Einrichtung ist aber bei *Lathyrus*, wie folgende einfache Versuche erweisen, sowie zweifellos bei vielen anderen Hülsen, in der That vorhanden.

a) Klappenstücke, an welchen die innere Hälfte der Hartschicht entfernt war, wurden nunmehr auch von der Aussenepidermis und dem darunter gelegenen Parenchym befreit und dann der Austrocknung überlassen. Sie zeigten eine Einrollung wie die ganze Hartschicht, nur dem Grade nach geringer. Auch Querschnitte der reducirten Hartschicht, welche senkrecht zu den Fasern geführt waren, erlitten deutliche Trocken- und Quellungs-Krümmungen, selbst wenn sie nur die äussersten 1½ Zelllagen enthielten. Sie waren bei warmer trockener Luft so hygroskopisch, dass sie, aus einem Wassertropfen entfernt, ihre Krümmung in demselben Momente umkehrten, in dem das Mikroskop das Verschwinden der letzten zarten Wasserhülle erkennen liess. Ausgetrocknet verminderten sie schon unter dem Atemstrom die Einwärtskrümmung; derart angehaucht, dass sich der Objectträger mit Dunst beschlug, streckten sie sich gerade.

b) An anderen Klappenstücken wurde nach dem Abziehen der Aussenepidermis statt der inneren Region der Hartschicht die äussere durch Schaben entfernt. Die Streifen sowohl wie aus ihnen gewonnene mikroskopische Schnitte zeigten beim Wasserverlust in trockener Luft die Einwärtskrümmungen mit vollster Deutlichkeit, selbst dann, als auch obendrein die Innenepidermis sammt dem darunter liegenden dünnwandigen Gewebe entfernt war. —

Mit der auf obige Versuche gegründeten Annahme des successiven Wachsens der Quellungsfähigkeit im Hartschichtgewebe von aussen nach innen stimmt übrigens in gewissem Sinne auch der anatomische Befund überein. Die von Zimmermann unterschiedenen Zellformen sind auch in der Hartschicht von *Lathyrus odoratus* vorhanden, jedoch nicht scharf von einander abgegrenzt, vielmehr gehen die steinzellenähnlichen, kürzeren, mit parenchymatisch abgerundeten Enden versehenen Hartzellen der Aussenlage allmählich in die weit längeren, meist mit lang zugespitzten Enden versehenen porenarmen der innersten Lage über. In der mittleren Region findet man demgemäss Zellen von mittlerer Länge und kurzer gerundeter Zuspitzung der Enden, welche häufig zugleich mit unverzweigten Porenkanälen in den tangentialen Wänden und schiefen Porenmündungen auf der Fläche der Radialwände versehen sind. Von den äussersten Hartzellen sind sie auch dadurch unterschieden, dass die Contouren des Lumens mehr geradlinig und nicht unregelmässig verbogen sind. Die äussere tangentiale Wand der mittleren Fasern weist nicht selten eine merklich grössere Zahl von Porenkanälen auf als die innere.

Auch die Färbung mit Jodchlorzink lässt die Uebergänge in der Natur der Wandsubstanz erkennen. Bei *Lathyrus odoratus* zeigt sich auf senkrecht zu den Fasern geführten Schnitten das Lumen der innersten von einer breiten blauen gequollenen Zone begrenzt; die innere tangentiale Wand dieser Zellen färbt sich häufig intensiver und in grösserer Ausdehnung blau als die äussere. Nach aussen aber nehmen die die Zelllumina begrenzenden durch Jodchlorzink gebläuten Verdickungsschichten allmählich am Masse ab, und an der alleräussersten Zellreihe der Hartschicht trat eine blaugefärbte dünne Lamelle um das Lumen auf Radialschnitten erst nach mehrtägiger Einwirkung des Reagens hervor. Ich würde versucht sein, diese Färbungsdifferenzen in Zusammenhang mit der Zunahme der Quellungsfähigkeit zu bringen, wenn nicht eine *Lupinus*-Hülse, die ich verglich, genau die umgekehrten Erscheinungen zeigte; bei ihr nahm nämlich die Bläuung von aussen nach innen ab.

Das Resultat meiner früheren, sowie der hier mitgetheilten Untersuchung möchte ich folgendermaassen zusammenfassen.

Das Aufspringen der Hülsen wird hauptsächlich durch hygroskopische Spannungen zwischen der Hartschicht und der Aussenepidermis (resp. dieser sammt dem Hypoderma) verursacht. Diese Spannungen werden nicht allein durch die grössere Quellungsfähigkeit der Hartschicht hervorgerufen, sondern beruhen wesentlich auf der gekreuzten Stellung der in der Quere stärker als in der Länge schrumpfenden Elemente beider Gewebe. Da nämlich infolge dieser Anordnung die Schrumpfungsdifferenz in der Richtung des tangentialen Querdurchmessers der Hartfasern am grössten ist, so zwingen diese den beiden Klappen der Hülse eine einwärtsgekehrte Schraubenkrümmung mit der Faserrichtung paralleler Axe auf, die zunächst noch schwach, das Aufspringen bewirkt und sich nach demselben weiter fortsetzt. Diese Krümmung wird nun je nach Gattung und Species in grösserem oder geringerem Grade dadurch unterstützt, dass die Quellungsfähigkeit der Zellwandmassen in der Hartschicht von aussen nach innen in mehr oder minder ausgesprochenem Masse zunimmt.

39. Alfred Fischer: Das Siebröhrensystem von Cucurbita.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 21. Juni 1883.

Das Vorkommen von Siebröhren in der Rinde phanerogamischer Pflanzen beschränkt sich, soweit bisher sichere Angaben vorliegen, auf die Familie der *Cucurbitaceen*, in welcher alle robusteren Formen an der bezeichneten Stelle längsverlaufende Siebröhrenstränge führen. Da wohl kaum noch Zweifel darüber bestehen, dass alle Siebröhren einer Pflanze zu einem zusammenhängenden Systeme, welchem die Leitung der eiweissartigen Baustoffe obliegt, vereinigt sind, so dürfte wohl mit Recht die Frage aufgeworfen werden, in welcher Weise die Rindensiebröhren der *Cucurbitaceen* den Anschluss an das Siebröhrensystem der Gefässbündel erreichen.

In den Internodien communiciren nach de Bary's Angaben[1]) die Rindensiebröhren weder unter einander noch mit den Siebtheilen der Gefässbündel, wohl aber in den Knoten, in welche man schon a priori die Vereinigungsstelle verlegen möchte. Ueber die angeregte Frage findet sich in der sehr umfangreichen Litteratur über die Siebröhren keine weitere Notiz vor. Jedenfalls genügt ja auch die in den Knoten erfolgende Vereinigung der rindenläufigen Siebröhren mit denjenigen der Gefässbündel vollständig, die ersteren in das geschlossene Siebröhrensystem der Pflanze aufzunehmen. Auch die Siebtheile der Gefässbündel sollten ausschliesslich in den Knoten unter einander in Verbinduug stehen. Eine Beobachtung Petersen's[2]) liess dagegen erwarten, dass in den Internodien gleichfalls eine Communication der Siebtheile benachbarter Gefässbündel bestünde. Aber nicht diese allein treten zwischen den Stengelknoten in wechselseitige Verbindung, sondern auch die Rindensiebröhren werden durch Anastomosen sowohl unter einander, als auch mit den Siebtheilen der Gefässbündel zu einem reich gegliederten und vielfach verzweigten, internodialen Siebröhrensysteme vereinigt. In der Ranke, dem Blatt- und dem Blüthenstiele und in den stärkeren Nerven des Blattes wiederholen sich, abgesehen von einigen unwesentlichen, durch den abweichenden anatomischen Bau bedingten

---

[1]) Vergleichende Anatomie, p. 242.

[2]) Engler, Bot. Jahrb. III. p. 374.

Modificationen, dieselben Verhältnisse, wie im Stengel, so dass die oberirdischen Theile der Kürbispflanze von einem complicirten Systeme eiweissleitender Organe durchzogen werden, welches die grösste Aehnlichkeit mit den Milchröhrensystemen der milchenden Phanerogamen besitzt. Für die Blattlamina und die Wurzeln fehlen noch eingehende Beobachtungen, welche für eine vergleichende Darstellung des gesammten Siebröhrensystemes von *Cucurbita* durchaus nothwendig erscheinen.

Nach bereits vorliegenden Untersuchungen an anderen Cucurbitaceengattungen dürfte erst eine umfassendere Bearbeitung der ganzen Familie einen befriedigenden Einblick in das Siebröhrensystem derselben gewähren. Da die gestellte Aufgabe für längere Zeit meine Thätigkeit in Anspruch nehmen wird, so glaube ich, vorliegende Mittheilung nicht länger zurückhalten zu sollen. Im Folgenden beschränke ich mich auf den Stengel von *Cucurbita*.

Auf dem Querschnitte bietet ein mittelstarkes Internodium des fünfkantigen, hohlen Kürbisstengels bekanntlich folgenden anatomischen Bau dar. Unter der Epidermis liegt das Collenchymgewebe, welches, besonders in den vorspringenden Kanten stark entwickelt, die ganze Peripherie des Stengels einnimmt und nur stellenweise durch schmale Streifen chlorophyllhaltigen Rindenparenchyms, welche bis dicht unter die Epidermis verlaufen, unterbrochen wird. Letzteres besteht aus 2—3 concentrischen Zellschichten, an welche sich der für die Cucurbitaceen characteristische Sklerenchymring anschliesst. Innerhalb dieses Steifungsringes setzt sich das Grundgewebe aus chlorophyllarmen Parenchymzellen zusammen, welche die centrale Höhlung und die bicollateralen Gefässbündel umgeben. Diese treten regelmässig in zwei fünfzählige Kreise angeordnet auf, und zwar so, dass die fünf Bündel des äusseren Kreises vor den Stengelkanten stehen, die fünf des inneren mit ihnen alterniren. An der Innenseite des Sklerenchymringes finden sich endlich in mehr oder weniger regelmässigen Abständen von einander, einzeln oder zu wenigzähligen Gruppen vereinigt, Siebröhren vor, die als „Rindensiebröhren“ bezeichnet werden sollen.

Zu diesem allbekannten Querschnittsbilde treten nun zwei neue, wesentliche Züge hinzu. Erstens führt die Rinde auch ausserhalb des Steifungsringes sehr englumige Siebröhren oder schmächtige Siebbündelchen, welche an der Grenze zwischen Collenchym und Rindenparenchym liegen oder, selbst innerhalb des ersteren, bis dicht unter die Epidermis heranrücken. Als zweite Eigenthümlichkeit bietet der Querschnitt die feineren, quer verlaufenden „Verbindungsstränge“ dar, welche die Siebtheile der einzelnen Gefässbündel und die Rindensiebröhren zu einem Siebröhrensysteme vereinigen. Die subepidermalen Siebröhren und Siebbündelchen dagegen stehen im Internodium nur unter einander durch tangentiale Verbindungsstränge in Communication. Durch den allseitig geschlossenen Sklerenchymring habe ich niemals Verbindungsstränge hindurchtreten sehen, so dass für die peripherischen Siebröhren ein Anschluss an das System nur in den Knoten erfolgen kann. Alle innerhalb des genannten Ringes liegenden Siebröhren treten dagegen auch im Internodium durch Verbindungsstränge zu einem reich verzweigten Systeme zusammen.

Unter diesen das Grundgewebe durchziehenden Verbindungssträngen heben sich in erster Linie solche hervor, welche die Siebtheile eines Bündels, z. B. des äusseren Kreises, mit den Siebtheilen der beiden benachbarten Bündel, also des inneren Kreises, verbinden und demzufolge in nahezu tangentialer Richtung verlaufen. Kurz vor jedem Gefässbündel gabelt sich ein solcher Verbindungsstrang in zwei Arme, von denen der eine an den äusseren, der andere an den inneren Siebtheil des betreffenden Bündels herantritt[1]). Oft findet die Gabelung so dicht an diesem statt, dass ein Strang von quergestellten Siebröhren die Flanken des Gefässtheiles umsäumt, eine schon von de Bary[2]) notirte Erscheinung. Eine zweite Art tangentialer Verbindungsstränge sorgt für eine directe Communication benachbarter Rindensiebröhren. Alle übrigen dienen einer Vereinigung der letzteren mit den Siebtheilen der Gefässbündel und nehmen einen gekrümmten und verzogenen, radialen Verlauf. Sie setzen sich sowohl direct an die Gefässbündel als auch an die tangentialen Verbindungsstränge an und anastomosiren unter einander in der ausgiebigsten Weise.

Die geschilderte Anordnung lässt sich natürlich nicht auf einem einzigen Querschnitte in ihrer ganzen Vollständigkeit verfolgen, wohl aber auf wenigen successiven, deren Einzelbilder sich leicht zusammenstellen lassen. Jedenfalls bringt jeder beliebige Querschnitt einige Verbindungsstränge und ebenso subepidermale Siebröhrencommunicationen zur Anschauung, besonders günstige Präparate liefern junge Internodien. Längsschnitte, in tangentialer und radialer Richtung geführt, geben weiteren Aufschluss über die reiche Gliederung des internodialen Siebröhrensystems. Die betreffenden Bilder wird man sich leicht construiren können.

Die Verbindungsstränge setzen sich aus einzelnen, auf einander folgenden Gliedern zusammen, von denen ein jedes in seinem Umfange einer Parenchymzelle des umliegenden Gewebes ungefähr entspricht. Schon hieraus können wir schliessen, dass je ein Glied des Stranges auch entwicklungsgeschichtlich auf eine Parenchymzelle zurückzuführen ist, wie eine genauere Untersuchung bestätigt. Die Entwicklungsgeschichte der Verbindungsstränge übergehe ich hier, um den Bau des fertigen Stranggliedes ausführlich zu beschreiben. Auf der Höhe seiner Ausbildung wird es aus drei verschiedenen Elementen zusammengesetzt, aus Siebröhren, Geleitzellen im Sinne Wilhelm's und aus Parenchymzellen, wenn diese Bezeichnung einstweilen gestattet ist. Besonders sei hervorgehoben, dass nur im höchst entwickelten Zustande eine solche Zusammensetzung der einzelnen Strangglieder sich beobachten lässt, dass besonders in den feineren Zweigen der Verbindungsstränge typisch ausgebildete Siebröhren fehlen, dass überhaupt derselbe Querschnitt oft einen recht verschiedenen Bau der einzelnen Verbindungsstränge erkennen lässt. In denjenigen, welche keine Siebröhren führen, fällt die leitende Thätigkeit dieser, inhaltsreichen Zellen zu, welche nach Abgabe von Geleitzellen, als Vertreter der Siebröhren functioniren. Nach vielen Beobachtungen scheint mir die Annahme völlig berechtigt, dass eine vortheilhafte Communication getrennter Siebröhren schon durch solche Verbindungsstränge ermöglicht werden kann, welchen ausgebildete Siebröhren fehlen. Auch die subepidermalen Siebbündelchen bleiben vielfach auf derselben niederen Stufe der Ausbildung stehen, wie die Verbindungsstränge, ohne dadurch ihre Zugehörigkeit zum Siebröhrensystem des Stengels zu verlieren. Auf dem 4—20zelligen Querschnitte durch ein Strangglied liegt die einzige Siebröhre, welche gewöhnlich zur Ausbildung gelangt, möglichst in der Mitte der übrigen Zellen, welche vorwiegend als Parenchymzellen aufzufassen sind und wie ein Kranz die Siebröhre, oder ihre Vertreterin, nebst ihren Geleitzellen umgeben. In den successiven Gliedern eines Stranges communiciren selbstverständlich die Siebröhren mit einander, so dass eine continuirliche Leitungsbahn geschaffen wird. An den Anastomosen der einzelnen Verbindungsstränge findet der Ansatz in ähnlicher Weise statt.

---

[1]) Auf diese Verbindungsstränge hat zuerst Petersen (l. c. p. 374 und Taf. VI, Fig. 20) aufmerksam gemacht. Für *Vitis* vergleiche man auch Wilhelm: Siebröhrenapparat dicotyler Pflanzen, p. 5, p. 30 etc.

[2]) Vergl. Anat., p. 351.

Der Anschluss der quer verlaufenden Verbindungsstränge an die longitudinal das Internodium durchziehenden Rindensiebröhren und an die ebenso orientirten Elemente im Siebtheile der Gefässbündel erfolgt in mannigfacher Weise. Bald treten die Siebröhren der Verbindungsstränge direct mit denen der längs verlaufenden Hauptstämme des Siebröhrensystemes in Verbindung, bald dienen Geleitzellen oder am Siebtheil der Gefässbündel auch Cambiformzellen als Bindeglieder. Eine eingehendere Darstellung der einschlagenden Verhältnisse muss ich der ausführlichen Publication vorbehalten, welche auch die erforderlichen Belege an Zeichnungen beibringen soll.

40. K. Prantl: Studien über Wachsthum, Verzweigung und Nervatur der Laubblätter, insbesondere der Dicotylen.

Eingegangen am 23. Juni 1883.

Ueber Wachsthum und Entwickelung des Blattes sind bekanntlich in früherer Zeit weit auseinandergehende Ansichten aufgestellt worden; dieselben hier zu beleuchten oder auch nur namhaft zu machen, stelle ich mir nicht zur Aufgabe; ich möchte lediglich die Resultate einiger Beobachtungen mittheilen, zu welchen ich durch die vielfache Wahrnehmung veranlasst war, dass der Nervenlauf ungetheilter oder wenig tief eingeschnittener Blätter sich jenem verwandter Pflanzen mit zusammengesetzten Blättern ähnlich verhalte. Es schienen mir dadurch zwei Fragen nahegelegt:

1. In welcher Beziehung steht die Richtung der Nerven zur Vertheilung der Bildungsheerde und der Wachsthumsrichtung sich entwickelnder Blätter?

2. Lassen sich die Verzweigungsformen des Blattes mit jenen der Sprosse unter einheitliche Gesichtspunkte bringen?

In Bezug auf die erste Frage musste vor Allem der Begriff des Wachsthums in der neuerdings durch Sachs präcisirten Weise zur Anwendung gebracht und scharf unterschieden werden zwischen der Lage der Bildungsheerde, des Meristems, und dem Orte, wo die Streckung stattfindet. Die mangelnde Unterscheidung dieser beiden Processe, der Zellbildung und der Zellstreckung, war eben die Quelle der bei den älteren Forschern herrschenden Meinungsverschiedenheit. In den späteren Stadien der Entwicklung kann man sehr leicht die Vertheilung der Streckung constatiren, wie dies schon Steinheil ausgeführt hat; man vergleiche z. B. ein noch nicht völlig ausgewachsenes Blatt von *Castanea vulgaris* mit jenem von *Asclepias Cornuti*, bei welchen beiden im fertigen Zustande die Seitennerven in annähernd gleichen Abständen von einander verlaufen, so wird man sich überzeugen, dass bei ersterem die der Spitze näheren Nerven noch viel dichter aneinander liegen, als die der Basis näher befindlichen, dass hingegen bei letzterer gerade das umgekehrte Verhältniss stattfindet, die basalen Nerven noch genähert sind wenn die apicalen bereits ihre normale Distanz angenommen haben. Es ist indess nicht nothwendig, dass diese Vertheilung der Streckung in der letzten Periode des Wachsthums auch von Anfang herrscht, wir erfahren auch hieraus nichts über die ursprüngliche Lage des Meristems. — Da das Meristem sich, wie Sachs betont hat, durch Grösse und verhältnissmässig dichte Lage der Zellkerne auszeichnet, so lag es nahe, zur Präcision der Beobachtung eine Tinctionsmethode für die Zellkerne anzuwenden; allein die diesbezüglichen Vorversuche scheiterten daran, dass die jungen Blätter der Phanerogamen, welche von der Fläche beobachtet werden müssen, zu dick sind als dass sie nach der Tinction durchsichtig genug wären, um einen Vergleich in der Intensität anzustellen. Ich musste mich also begnügen, die Lage des Meristems an der Kleinheit und Gleichartigkeit der Zellen zu erkennen.

Die zahlreichen, von mir untersuchten Blätter von der verschiedensten Gestalt und Nervatur, aus den verschiedensten Familien, lassen sich nun, was die Vertheilung von Meristem und Streckung, sowie das Auftreten der Auszweigungen betrifft, in folgende Typen ordnen, welche indess begreiflicherweise durch Uebergänge in verschiedener Richtung verbunden werden. Ich beschränke mich dabei lediglich auf die Anlage der Spreite, Eichler's Oberblatt.

1. Indem ich von dem einfachsten Falle ausgehe, greife ich über die im Titel genannten Dicotylen hinaus, und constatire zunächst, dass die Blätter der Moose als eine gleichartige Meristemmasse angelegt werden und an der Spitze sich zu strecken beginnen. Bei *Sphagnum* (*acutifolium*) ist es am leichtesten, sich davon zu überzeugen; an der Basis bleibt hier das Gewebe noch längere Zeit meristisch, während die Streckung und definitive Ausbildung von der Spitze her immer weiter nach rückwärts um sich greift, bis zuletzt das basale Meristem verschwunden ist. Bei *Tetraphis pellucida*, deren Blätter einen Mittelnerven besitzen, ist das gleiche der Fall. Hervorzuheben ist, dass hier die ursprüngliche Scheitelzelle nebst den jüngsten Segmenten auch im ausgewachsenen Zustande noch lange ihrer Form nach kenntlich bleibt, während längst keine Theilung mehr erfolgt. Dass die Streckung hier vorzugsweise in der Längsrichtung stattfindet, sieht man deutlich an den dem Mittelnerv unmittelbar angrenzenden Zellen, welche reichliche Quertheilungen erfahren; es kann hier keinem Zweifel unterliegen, dass der Nerv in der Richtung der intensivsten Streckung sich ausbildet.

Diesem Typus, den ich mit Rücksicht auf die basale Lage des Meristems als basiplast bezeichnen will, gehören eine grosse Anzahl von Phanerogamen-Blättern an, zunächst die Coniferen (mit Ausnahme von *Ginkgo*), dann die meisten Monocotyledonen, auch die Scitamineen (von Palmen und den wohl abweichenden Aroideen hatte ich leider kein entsprechendes Material), von Dicotylen: *Parietaria erecta*, *Möhringia muscosa*, *Saponaria officinalis* und *S. ocymoides*, *Melandryum* spec., und wohl alle Caryophylleen, *Linum perenne*, *Bupleurum fruticosum*, *Sedum album*, *Sempervivum tectorum*, *Erica Tetralix*, *Gentiana asclepiadea* und

G. cruciata, *Plantago lanceolata*, *Asclepias Cornuti*, *Periploca graeca*, *Vinca minor*. Alle hier aufgeführten Blätter stimmen darin überein, dass sie typisch ungetheilt sind, d. h. nicht blos zu keiner Zeit Vorragungen des Randes besitzen (die unbedeutenden Zähne bei Coniferen, *Plantago* etc. entstehen erst ganz zuletzt), sondern dass auch in ganzen Verwandtschaftskreisen keine getheilten Blätter vorkommen. Es stellt zweifellos das Blatt hier ein durchaus einfaches, einheitliches Gebilde vor. Der Nervatur nach sind diese Blätter nun zum Theil einnervig, wie die meisten Coniferen, *Erica*, *Möhringia*, wobei es gleichgültig ist, dass z. B. bei ersteren in dem einzigen Nerven meist zwei Stränge nebeneinander liegen, zum Theil mehr- und zwar streifennervig, indem die Nerven der Spitze zustreben z. B. *Araucaria*, die Monocotyledonen, wenn sie auch bei *Canna* erst gegen den Rand und erst aussen gegen die Spitze verlaufen; zum Theil endlich deutlich netzaderig; hier sind nun entweder ebenfalls die stärkeren Nerven gegen die Spitze gerichtet (*Parietaria*, *Gentiana* u. a.) oder wir finden eine deutlich fiederige Nervatur, bei den Asclepiadeen. Hier werden die fast rechtwinklig abgehenden Seitennerven in basipetaler Reihenfolge angelegt und ausgebildet; in noch jüngeren Stadien gewahrt man schon, dass das Meristem nicht wie bei den anderen Blättern, gleichmässig den Grund einnimmt, sondern zuerst ein starker Mittelnerv sich aussondert, der rechts und links von Meristem begleitet wird. Dieses geht nun wohl in basipetaler Reihenfolge, in der Querrichtung aber ganz gleichmässig in Streckung und Dauerzustand über, und es ist hieraus ersichtlich, dass in erster Linie der Mittelnerv die Wachsthumsrichtung des ganzen Blattes, in zweiter Linie die Seitennerven jene in der Querrichtung zum Ausdrucke bringt.

Unterzuordnen sind diesem Typus sodann jene Blätter, welche späterhin aus dem Meristem seitliche Auszweigungen erhalten; und zwar erscheinen diese zunächst im Meristem selbst, indem offenbar dessen Bildungsthätigkeit eine locale Steigerung erfährt. Bei den Blättern, welche ich hierher rechne, erscheinen die ersten Auszweigungen erst dann, wenn die Blattspitze schon in Dauerzustand übergegangen ist, und ganz entsprechend der basipetalen Ausbildung des Blattes treten diese Auszweigungen in basipetaler Reihenfolge auf. Dieselben erreichen nur geringe Dimensionen, erscheinen später nur als unbedeutende Zähne bei *Salix nigricans*, *Celtis occidentalis*, *Paliurus australis*, *Rhamnus cathartica*, den *Amygdaleen* (*Prunus avium* und *P. japonica* am eingehendsten untersucht), *Eryngium bromeliaefolium*, *Salvia Verbenaca*, *Verbena paniculata*, *Solidago gigantea*. Tieferes Eingreifen in die Blattgestalt, bei ähnlicher Entstehungsweise findet sich bei *Dipsacus Fullonum*, *Cephalaria leucantha*, *Crepis biennis*, *Cyclanthera explodens* und *Bryonia dioica*. Während bei *Cephalaria* (wohl ebenso bei *Valeriana*) gefiederte Blätter entstehen, wird bei den Cucurbitaceen die Nervatur handförmig, indem die Anfangs nur einpaarig vorhandenen Seitenlappen nachträglich bedeutende Streckung erfahren und nach rückwärts hin weitere sich ebenso verhaltende Lappen abgeben.

2. Jene oben besprochenen Blätter, deren Mittelnerv sich frühzeitig aussondert und dadurch das Meristem sozusagen an den Rand drängt, bilden den Uebergang zu einem zweiten Typus, welcher durch die randständige Lage des Meristems charakterisirt wird und welcher daher als pleuroplast bezeichnet sei. Es sei gerne zugegeben, dass es bei manchen Formen schwer hält, ihre Zugehörigkeit zu diesem oder dem vorigen Typus zu entscheiden; immerhin glaube ich aber jene Blätter gesondert betrachten zu müssen, bei welchen die Spitze nicht so frühzeitig und rasch in den Dauerzustand übergeht, als es bei den oben besprochenen der Fall ist. Hier erfolgt auch weiterhin die Streckung in allen Theilen gleichmässig oder die Spitze bleibt sogar hinter der Basis zeitlich zurück. Von einfachen Blättern, ohne Auszweigungen, rechne ich hierher *Aristolochia tomentosa*, *Cercis Siliquastrum*, *Rhamnus Frangula*, *Syringa chinensis*, *Genista germanica*, mit unbedeutenden, gleichzeitig entstehenden Vorragungen *Drosera rotundifolia*, *Populus tremula* und *P. nigra*, *Sorbus arbutifolia* und *S. melanocarpa*; der Uebergang des Meristems in die Streckung ist hier nicht so rasch, nicht so localisirt, wie beim vorigen Typus; es geht vielmehr das ganze aus Meristem bestehende Blatt nahezu gleichzeitig überall in Streckung und den Dauerzustand über; nur mit Mühe erkennt man am Rande ein längeres Verweilen des meristischen Zustandes, so bei den annähernd rundlichen Blättern von *Aristolochia*, *Cercis*, *Drosera*. Die Richtung, in welcher bei diesen Anfangs die Zellenzüge hervortreten, ist dieselbe, in welcher später die Nerven verlaufen; diese verlaufen, entsprechend der ringsum nahezu gleichen Streckung, von der Blattbasis her ausstrahlend. Wo indess ein starker Mittelnerv vorhanden ist, z. B. *Rhamnus*, *Sorbus*, da erfolgt zuerst vorherrschendes Längenwachsthum, das Meristem verdient hier besser die Bezeichnung randständig, eine Differenz von Basis und Spitze ist aber in seiner Vertheilung nicht vorhanden; die Streckung erfolgt entsprechend dem späteren Verlaufe der Seitennerven nachher in der Querrichtung.

Treten an Blättern dieses Typus stärkere Vorragungen des Randes auf, so erscheinen sie etwas früher, nicht mehr gleichzeitig unter sich, sondern in deutlich acropetaler Reihenfolge, so bei *Castanea vulgaris*, *Quercus pedunculata*, *Carpinus Betulus*, *Betula populifolia*, *Alnus glutinosa*, *Corylus Avellana*, *Tilia grandifolia*. Hier findet stets anfänglich eine Längsstreckung mit Aussonderung der Mittelnerven statt, und das dem Rande verbleibende Meristem erzeugt die Vorragungen, um dann in Richtung der späteren Seitennerven sich zu strecken. Wie bereits Eingangs erwähnt, vollzieht sich der Schluss der Streckung bei *Castanea*, auch *Quercus*, *Prunus* u. a. an der Blattspitze, während bei anderen, wie *Carpinus*, *Alnus*, *Tilia* eine solche Differenz nicht bemerkbar ist; ja bei *Alnus* und *Betula* geht sogar die Spitze anfangs etwas rascher in Dauerzustand über, ein Umstand, der angesichts der acropetalen Entstehung der Randesauszweigungen kein Bedenken erregen kann, diese Blätter hier einzureihen. Bei *Tilia grandifolia* wiederholt sich die Bildung der Vorsprünge in höheren Graden und zwar stets acropetal. — Hingegen bieten *Ulmus montana* und *U. campestris* das merkwürdige Beispiel einer von der Mitte sowohl nach vorne, als nach rückwärts fortschreitenden Entwickelung der Zähne.

3. Bei allen bisher besprochenen Blättern treten Auszweigungen nicht oder erst dann auf, wenn schon ein Theil des Meristems in Streckung übergegangen ist. In dem letzten Typus vereinige ich nun alle diejenigen Formen, bei welchen schon in dem Stadium, da das ganze Blatt noch aus einem gleichartigen Meristemcomplex besteht, eine Verzweigung der Blattanlage, eine Theilung des Meristems in einzelne Abschnitte erfolgt; diese Blätter seien eoclad genannt. Es leuchtet ein, und es wird dies sodann noch weitere Verwerthung erfahren, dass diese Art der Blattverzweigung die meiste Aehnlichkeit mit jener hat, wie wir sie in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle an den Sprossspitzen antreffen, nur scheint es, dass durchgehend die Blattzweige in einer etwas grösseren Entfernung vom Scheitel in die Erscheinung treten, als dies an den Sprossspitzen wenigstens die Regel ist. Wie die folgenden Beispiele ergeben, ist es durchaus nicht nöthig dass auch im erwachsenen Zustande die Theilung des Blattes in Abschnitte sehr tief geht, wie z. B. *Malva borealis* und *Hydrocotyle* zeigen.

Es braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass es wesentlich auf die Entstehung der ersten Auszweigungen vor Beginn der Streckung ankommt; es steht also der Einreihung in diesen Typus nichts entgegen, wenn z. B. bei *Vitex Agnus castus* die Bildung neuer Segmente noch fortdauert, während die ältesten schon zum Theil in Dauergewebe übergegangen sind.

Im weiteren Verhalten lässt sich alsdann auf die einzelnen Segmente Alles anwenden, was in Vorstehendem für die ganzen Blätter erörtert wurde; denn jeder Abschnitt stellt dann einen Meristemcomplex vor, der ebenso gut auf verschiedene Weise in Dauerzustand übergehen kann, wie der Meristemcomplex einer ganzen Blattanlage. So sind z. B. die Segmente von *Jasminum fruticans* und *Vitex Agnus castus* im höchsten Grade basiplast, jene von *Menyanthes trifoliata* basiplast mit Bevorzugung des Randes, d. h. frühzeitiger Anlage des Mittelnerven; bei *Medicago sativa* basiplast mit basipetaler Anlage der Zähne, bei *Trifolium pannonicum, Ptelea trifoliata, Robinia glutinosa* pleuroplast, bei *Cicuta virosa* pleuroplast mit acropetaler Entstehung der Zähne.

Sehen wir von dem Ausnahmefall einer dichotomischen Verzweigung bei *Ginkgo biloba* ab, so entstehen in sehr vielen Fällen die Auszweigungen hier in unzweifelhaft acropetaler Reihenfolge, genau wie die seitlichen Glieder an einer typischen Sprossspitze, so z. B. bei *Iuglans cinerea*, *Pterocarya fraxinifolia*, *Tribulus terrestris*, *Ailanthus glandulosa*, *Rhus glabra*, *Rh. aromatica*, *Phellodendron amurense*, *Xanthoxylum fraxineum*, *Spiraea Lindleyana*, *Sorbus Aucuparia*, *Robinia glutinosa*; diese acropetale Entstehungsweise wiederholt sich in den höheren Graden, z. B. bei *Ruta graveolens*, *Conium maculatum* u. a. Wird überhaupt nur ein Paar von seitlichen Segmenten angelegt, so entsteht als Specialfall das dreizaehlige Blatt, z. B. *Rhus Toxicodendron*, *Ptelea trifoliata*, *Trifolium*, *Medicago*, *Aegopodium Podagraria* bei letzterem ebenso im zweiten Grade wiederholt; ein Unterschied zwischen dem sog. gefiedert und handförmig dreizähligen Blatt ist, wie der Vergleich von *Trifolium* mit *Medicago* zeigt, in der Anlage nicht vorhanden. An der Anlage genannter dreizähliger Blätter sprossen nun die drei Theile schon in fast gleicher Stärke aus dem gemeinsamen Blattgrunde hervor, der mittlere Lappen entsteht nur wenig früher. Ich glaube, man wird nicht Bedenken tragen, diese Bildung in dem Sinne mit den obigen zahlreichen Beispielen gefiederter Blätter von acropetaler Entstehungsweise in Vergleich zu setzen, dass man die beiden seitlichen Segmente als Auszweigungen des medianen betrachtet, zumal da ja bei *Rhus aromatica*, wo die Auszweigung acropetal fortschreitet, anfänglich genau das nemliche Verhältniss obwaltet, und bezüglich der Blattgestalt diese Species die Vermittlung herstellt zwischen *Rhus glabra* etc. einerseits und *Rh. Toxicodendron* andrerseits. Giebt man nun zu, dass bei dreizähligen Blättern die beiden seitlichen Segmente Zweige des medianen, d. h. Bildungen zweiter Ordnung sind, so tritt die weitere Frage heran: Sind bei handförmigen Blättern, bei welchen mehrere Segmente in centrifugaler Ordnung sich vom Blattgrunde erheben, die äusseren ebenfalls Zweige des medianen, Bildungen zweiter Ordnung oder sind es nicht vielmehr Auszweigungen der nächstinneren Segmente, also Bildungen nächsthöherer Ordnung? Beantworten wir die Frage in ersterem Sinne, so hätten wir basipetale Entstehungsweise, wenn aber in letzterem, einen Specialfall der acropetalen Anordnung.1) Soweit nun die thatsächliche Beobachtung des Einzelfalls ausreichend ist, entstehen bei *Platanus occidentalis* die äusseren Lappen zweifellos aus den beiden nächstinnern; es lässt sich dies hier nachweisen, weil in dem entscheidenden Stadium bereits eine Einschnürung zwischen Spreite und Blattgrund vorhanden ist; wo eine solche fehlt, sprossen eben wie

---

1) Eine diesbezügliche Abhandlung Trécul's (Comptes Rendus XCIII, p. 1109 ist mir nur in dem Referat Botan. Zeit. 1882, p. 330 zugänglich. Ich stimme dem Ref. vollständig bei, dass die Anordnung der Gefässbündel diese Frage nicht entscheidet.

beim dreizähligen Blatte die einzelnen Segmente aus dem Blattgrunde hervor.

Mir scheint hier, wo die Entwicklungsgeschichte des einzelnen Objectes nicht mehr ausreicht, die Methode des Vergleiches eingreifen zu müssen, und ich möchte hier zunächst auf die Gattung *Acer* hinweisen. Bei *A. Negundo* entstehen zwei Paare von Fiedern in acropetaler Anordnung; nachdem auch das vordere dieser beiden Paare angelegt ist, tritt am hinteren Paare acropetale Auszweigung (Zahnbildung) ein; bei *A. Pseudoplatanus* hingegen erfolgt die Auszweigung des hintersten Fiederpaares noch bevor die nächsten Fiedern an deren mittleren Lappen in die Erscheinung treten; diese früh auftretenden zwei grundständigen Segmente sind nur der Anfang der an den Segmenten weiterhin auftretenden acropetalen Fiederung. In diesem zeitlichen Momente, dass Glieder höherer Ordnung früher auftreten, als die nächstfolgenden der gleichen Ordnung, finde ich die Differenz zwischen den beiden Blattgestalten von *A. Negundo* und *A. Pseudoplatanus*, zugleich aber auch die Ursache, warum die Abstammung der äusseren Segmente von den nächstinneren nicht deutlich in die Erscheinung tritt. Dass solche zeitliche Differenzen bei verwandten Pflanzen öfter vorkommen, zeigt z. B. der Vergleich von *Clematis Vitalba* mit *Atragene alpina*; bei ersterer treten die Secundärsegmente (Zähne) erst nach Anlage der primären auf, bei letzterer das erste Secundärsegment gleichzeitig mit dem zweiten Primärsegment. Ich erschliesse also aus dem Vergleich[1]), dass die handförmigen Blätter einen Specialfall der gefiederten bilden und die Entstehungsweise der Segmente hier nur scheinbar basipetal ist, und betone, dass die wirklich basipetale Entstehung, von der oben, z. B. bei *Cephalaria*, die Rede war, eine ganz andere Erscheinung ist, die in anderen Vorgängen ihren Grund hat. Die Entwicklungsgeschichte zeigt klar, dass dort, bei *Cephalaria*, die Zweige basipetal aus einer einheitlichen Axe hervorgehen; hier, bei *Acer* etc. trifft dies nicht zu; der Ursprung lässt sich nur nicht deutlich genug erkennen. Wenn ich nun diese handförmig gebauten Blätter als cymös bezeichne und den gefiederten, racemösen gegenüberstelle, so weiss ich wohl, dass diese Auffassung nicht neu ist, sondern schon von Sachs vertreten wurde. Ich glaube aber, man wird in der Unterscheidung der racemösen und cymösen Verzweigungssysteme nicht so fast die stärkere Entwicklung der Zweige höherer Ordnung im cymösen System betonen müssen, sondern vielmehr das stete Uebergehen der Entwicklung von einer Ordnung in die nächsthöhere, während das racemöse System durch die öftere Wiederholung von Zweigen gleicher Ordnung ausgezeichnet

---

1) Einen ähnlichen Vergleich mit Zuhilfenahme der schwächeren Blätter jugendlicher Pflanzen habe ich kürzlich für ein Farnkraut *Adiantopsis alata* durchgeführt (Gartenflora 1883).

ist. Die Ursachen hierfür liegen jedenfalls in Vorgängen im Meristem und wir betrachten sonach diese Unterscheidung nicht nur als eine formale Schablone, sondern als den Ausdruck von verschiedenen Gestaltungsvorgängen, in letzter Instanz chemischen und physikalischen Vorgängen im Meristem. Wo, wie am Blatte von *Acer* die Zugehörigkeit zum einen oder anderen Typus zweifelhaft erscheinen kann, dürfte das beste Kriterium in der oben erwähnten zeitlichen Differenz liegen.

Nennt man nun solche eoclade Blätter, deren Segmente durch die centrifugale Entstehungsweise sich als Bildungen aufeinanderfolgender Ordnungen erweisen, cymös, jene, deren Segmente der gleichen Ordnung angehören, racemös, so wird man auch die Blätter von *Rosa*, *Sanguisorba*, *Spiraea Ulmaria* etc. treffender characterisiren können, als wenn man sie gefiedert nennt und dadurch mit Bildungen identificirt, mit denen sie nur die äussere Erscheinung gemein haben, etwa, wie ein Corymbus mit einer Dolde, von denen sie aber im Wesen grundverschieden sind. Jene genannten Rosaceen haben cymös gebaute Blätter mit nachträglicher Streckung der Basis. In wieweit ein solches Verhalten öfter vorkommt, bleibt weiterer Untersuchung vorbehalten. Auch *Myriophyllum* möchte ich dahin rechnen, aus dem Grunde, weil das Blatt zweifellos eoclad ist und die Segmente den nächstvorderen so dicht genähert in die Erscheinung treten, dass sie sehr wohl als relative Seitenzweige derselben aufgefasst werden können. Das Blatt von *Achillea Millefolium*, dessen Primärsegmente in divergirender Ordnung, d. h. von der Mitte gegen die Spitze und Basis fortschreitend entstehen, ist ebenfalls eoclad, und es dürften die basipetalen Segmente als auseinander hervorsprossend um so eher gelten, als in den höheren Ordnungen entschieden racemöse, acropetale Anordnung obwaltet. — Für das dreizählige Blatt kann natürlich, abgesehen von dem äusserlichen Merkmal der Articulation, nur der Vergleich verwandter Formen oder das gelegentliche Vorkommen reicherer Verzweigung Auskunft über die Zugehörigkeit zum racemösen oder cymösen Systeme geben.

Wenn nun auch in den oben aufgestellten Typen, wie ersichtlich, Pflanzen verschiedener Familien nebeneinander, ebenso Pflanzen der gleichen Familie unter verschiedenen Typen stehen, so scheint mir dennoch aus meinen Beobachtungen hervorzugehen, dass der Aufbau des Blattes, genau unter Zuhilfenahme der Entwicklungsgeschichte, untersucht, einer weitgehenden systematischen Verwerthung fähig ist. Manche Verschiedenheit der Blattgestalt innerhalb einer Familie wird sich unter einen einheitlichen Gesichtspunct bringen lassen, wenn man nicht bloss die äussere fertige Form, sondern den wirklichen Aufbau des Blattes kennt; unsere heutige Terminologie der Blattformen steht noch auf demselben Standpuncte, wie seinerzeit jene der Blüthenstände, die ohne Rücksicht auf den Bau, nur nach dem Umriss bezeichnet wurden. Auf eine Ausführung der aus meinen bisherigen Beobachtungen sich ergebenden Beziehungen der Blattgestalt zur sonstigen Verwandtschaft muss ich zunächst verzichten, da bisher keine einzige Familie in einer genügenden Anzahl von Repräsentanten untersucht werden konnte, um eine sichere Basis zu gewinnen.

41. N. Pringsheim: Ueber Cellulinkörner, eine Modification der Cellulose in Körnerform.

(Mit Tafel VII.)

Eingegangen am 28. Juni 1883.

Bei meinen Untersuchungen über Saprolegnieen waren mir schon vor Jahren im Inhalte der Schläuche und Oogonien eigenthümliche Körner von etwas fremdartigem Aussehen aufgefallen, die hier bald einzeln und sparsam, bald zu kleineren oder grösseren Gruppen vereinigt, bald haufenweise nebeneinander auftreten.

Bei *Leptomitus lacteus Ag.* (*Saprolegnia lactea mihi*) habe ich auf ihre Existenz schon vor 23 Jahren aufmerksam gemacht; sie auch gezeichnet[1]), ohne sie jedoch einer eingehenderen Besprechung zu unterziehen.

Die fast unglaubliche Verwechselung dieser Körner mit grossen und kleinen Amöben, welche Herrn **Zopf** verführt hat, dieselben mit den von mir aufgefundenen Spermamöben der Saprolegnieen zu identifiziren[2]), veranlasst mich hier zu einigen näheren Angaben über dieselben.

Das Interesse, welches sie vom allgemeinen, histologischen Standpunkte beanspruchen dürfen, und die vielseitigen Beziehungen, die sie zum Wachsthume der Stärkekörner und Zellwände zeigen, wird übrigens die ausgedehnte Behandlung, die sie hier erfahren müssen, zu rechtfertigen vermögen.

Die Körner, von denen hier die Rede ist, treten in den jüngsten und ältesten Schläuchen der Saprolegnieen auf.

So lange sie klein sind, erscheinen sie, wie flache, scheibenförmige oder polyedrische Plättchen mit abgerundeten Ecken, die aus einer

---

1) Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. II. p. 228. Taf. XXIII und XXV.

2) Man vergleiche hierüber meine Notiz: „Ueber vermeintliche Amöben in Saprolegnieen". Bot. Centralblatt 1883, No. 25; Bd. XIV, No. 12.

dichten, homogenen Substanz bestehen. Sie erscheinen zugleich bei durchfallendem Lichte im microscopischen Gesichtsfelde nicht absolut farblos, sondern besitzen einen sehr schwachen, matten, grau-blauen oder bläulich-weissen Farbenton; so etwa, wie ihn die dichteren Schichten der Stärkekörner, oder manche verdichtete Zellmembranen hier und da zeigen. (Fig. 2a; Fig. 10, 11, 12 . . . .).

Die grösseren haben sehr wechselnde, im Allgemeinen der Kugelform genäherte Gestalten mit stellenweise flächenartiger Begrenzung (Fig. 3—8, Fig. 14).

Schon in mittleren Altersstufen treten unbestimmte Andeutungen von Schichtung an ihnen auf, und die ältesten Körner endlich sind fast immer nach Art der Stärkekörner deutlich und regelmässig geschichtet.

Bei den *Achlyen* und *Saprolegnien* tritt die Schichtung erst bei den alleräItesten Körnern deutlich hervor. (Fig. 14).

Viel früher dagegen tritt sie schon bei *Leptomitus lacteus*, Ag. und *Leptomitus brachynema*, Hildebr. auf; bei diesen Saprolegnieen die ich hier *Apodya lactea* und *Apodachlya brachynema*[1]) nennen werde, kann sie schon an den Körnern, die in den mittleren Gliedern der Schläuche sich finden, leicht und regelmässig beobachtet werden. (Fig. 3, 8).

Bei *Achlya colorata* und *polyandra* findet man nun an der Basis der alten Schläuche, dort, wo diese aus den holzigen, im Wasser liegenden Zweigstücken, auf denen sie wachsen, hervortreten, diese Körner oft in grossen Haufen in allen möglichen Entwicklungsstufen nebeneinander (Fig. 10).

---

1) Zur Nomenclatur dieser beiden Pflanzen, die hier mehrfach erwähnt werden müssen, bemerke ich hier nur kurz das Folgende:

Dass der *Leptomitus lacteus* Ag. eine wirkliche Saprolegniee ist, habe ich in meinem schon citirten Aufsatze (Jahrbücher f. w. B. II, p. 228) nachgewiesen und gezeigt, dass er in der Zoosporenbildung mit der Gattung *Saprolegnia* übereinstimmt. Später hat Hildebrand (Jahrb. für wiss. Bot. V, p. 261) eine zweite Form aufgefunden, die sich dem *Leptomitus lacteus* nahe anschliesst, aber kürzere Fäden und Glieder, als dieser hat; Er nennt diese Form dort *Leptomitus brachynema.* Cornu hat dann (Annalen d. sc. nat. V., Sér. XV, p. 14) beide Pflanzen auf Grund ihres übereinstimmenden vegetativen Habitus unter dem Gattungsnamen „*Apodya*“ vereinigt. Nun habe ich aber gefunden, worüber Näheres an anderem Orte mitgetheilt werden soll, dass der *Leptomitus brachynema* Hildebr. seine Zoosporen nicht wie *Saprolegnia*, sondern wie *Achlya* bildet. Nach den Grundsätzen, welche man bisher bei der Abgrenzung der Saprolegnieen-Gattungen festhielt, können daher beide Pflanzen nicht in einer Gattung vereinigt werden. Unter Beibehaltung des Gattungsnamen „*Apodya*“ für den *Leptomitus lacteus*“ halte ich es daher für nothwendig, für den *Leptomitus brachynema* eine zweite Gattung unter den Namen „*Apodachlya*“ aufzustellen:

Apodya lactea Cornu ist daher hiernach synonym mit *Leptomitus lacteus* Ag.
Apodachlya brachynema mihi synonym mit *Leptomitus brachynema* Hildebr.

In den höher gelegenen, d. h. jüngeren Partien der Schläuche findet man so bedeutende Ansammlungen seltener. Die Haufen bestehen hier meist aus einer viel geringeren Anzahl von grossen und kleineren Körnern.

In den jüngsten Zweigen und Aesten der Schläuche endlich sieht man dieselben entweder überhaupt nur einzeln und zerstreut auftreten, oder sie sind hier zu kleineren Gruppen vereinigt, die immer nur aus sehr wenigen, oft nur aus 2—3 Körnern bestehen. (Fig. 11, 15b, 13.)

Einzelne zerstreute Körner findet man ausserdem überall in den Zweigen, Aesten und Stämmen, auch in den ältesten, wo sie die grossen Haufen bilden, neben und zwischen diesen.

Dass die grossen Körner ältere Entwicklungsstufen der kleineren sind, zeigt der erste Blick auf einen Haufen.

Die kleineren gehen durch eine Art Sprossung und darauf folgende Abgliederung aus den grösseren hervor, und die kleinsten werden ausserdem auch unmittelbar durch freie Bildung aus dem Zellplasma niedergeschlagen. Ueber diese Entstehungsweise sollen weiter unten nähere Angaben folgen.

Kein umsichtiger Beobachter wird diese Körper für Fortpflanzungszellen, oder gar für selbständige biologische Entwicklungsstufen fremdartiger Organismen ansehen.

Alle Erscheinungen ihres Vorkommens und ihrer Form sprechen vielmehr von vornherein dafür, dass sie nichts anderes sind, als histologische oder chemische Bildungsproducte des Zellinhalts, so etwa wie Stärkekörner, Chlorophyllkörner, Proteinkörner und dergleichen.

Höchstens könnte es fraglich erscheinen, ob sie normale oder pathologische Producte des Zellinhaltes sind, und im Anschluss hieran könnte man vielleicht auf den Gedanken kommen, dass bei ihrer Entstehung Parasiten der Saprolegnieen irgendwie mitwirken könnten. Namentlich könnte man hierbei an jene sonderbaren Parasiten der Saprolegnieen denken, welche die Gattungen *Woroninia* und *Rozella* bilden und deren protoplasmatische Leibessubstanz in gewissen Entwicklungsstadien schwer von dem Protoplasma ihrer Nährpflanze zu unterscheiden ist.

Es wäre daher, wie man vielleicht zugeben kann, von vornherein und vor jeder genaueren Untersuchung auch die Annahme nicht ganz undenkbar, dass die hier besprochenen Körper gar nicht den Saprolegnieen, als solchen, angehören, sondern histologische Bildungsproducte eines derartigen Schmarotzers sind, dessen Abwesenheit im Schlauche einer Saprolegniee sich ja nicht in jedem einelnen Falle mit absoluter Sicherheit erweisen lässt.

Für ihre anatomische und histologische Bedeutung, die uns hier ganz allein beschäftigt, wäre dies nun zwar nicht von Belang, und schliesslich ganz gleichgültig, ob sie einer Saprolegniee oder einer Chytridiee angehören, doch will ich nicht unterlassen, gleich hier hervorzuheben, dass ihre Zugehörigkeit zu den Saprolegnieen sich aus ihrem ganzen Verhalten unzweifelhaft ergiebt, und dass die Verhältnisse ihres Auftretens auch die Vermuthung ausschliessen, sie könnten einem der chytridieenartigen Schmarotzer der Saprolegnieen angehören.

Mit aller Entschiedenheit und mit vollem Nachdruck muss ich aber der Ansicht entgegentreten, dass diese Körper selbständige, in die Saprolegnieen eingedrungene Parasiten darstellen könnten.

Ihr Bau, ihre Entwicklung, ihr Wachsthum und ihre chemische Beschaffenheit lassen einen solchen Gedanken gar nicht aufkommen, und ich erwähne auch nur der Vollständigkeit wegen, und mehr als Curiosum, als der Widerlegung werth, dass es diese Körper sind, welche, wie ich oben bereits anführte, Herr Zopf in seinen gegen mich gewendeten Thesen für eingewanderte Amöben angesehen, und mit den von mir beobachteten Spermamöben verwechselt hat.

Ich habe bereits erwähnt, dass diese Körper bald einzeln, bald in Gruppen oder grösseren Haufen vereinigt in den Schläuchen auftreten und in ihren älteren Zuständen geschichtet sind. Ich füge hier noch hinzu, dass sie namentlich bei *Achlya colorata* sehr häufig auch in den Oogonien, zwischen den Oosporen und der Oogoniummembran, auftreten (Fig. 15. c. c. c.) und dass sie hier, namentlich dann, wenn nur eine einzige grosse Oospore sich bildet, oft den gesammten Raum zwischen der Oogoniummembran und der Oospore ausfüllen. (Fig. 16.)

Abgesehen von der Schichtung stimmen ältere und jüngere Zustände in ihren microscopischen und microchemischen Characteren überein und diese letzteren geben eine genügend sichere Auskunft über die Stelle, welche ihnen unter den bekannten Producten vegetabilischer Zellen anzuweisen ist.

Zu diesem Behufe wird es genügen, von ihren microchemischen Reactionen nur die wichtigeren aufzuführen.

1. Diese Körper werden mit Jod nicht blau und nehmen überhaupt mit Jodlösungen jeder Art keine der bekannten Farbentöne der Jodstärke an.

2. In allen gebräuchlichen Lösungsmitteln der Fette und Harze sind sie vollständig unlöslich. So bleiben sie zum Beispiel selbst nach wochenlanger Behandlung mit absolutem und diluirtem Alkohol und Aether unverändert; sie lösen sich in diesen Lösungsmitteln nicht.

3. Sie geben ferner absolut negative Reactionen mit allen Reagentien, welche microchemisch die Anwesenheit eines proteinhaltigen Körpers anzeigen; denn:

a) sie färben sich mit Jod weder gelb noch braun, sondern bleiben bei Behandlung mit Jodlösungen absolut ungefärbt, nehmen höchstens die Farbe der Jodlösung an, von der sie durchtränkt sind. (Fig. 9 u. 18.)

b) Sie werden nicht gelb bei der Behandlung mit Salpetersäure allein, oder Salpetersäure und Ammoniak oder Kali, sondern bleiben völlig ungefärbt.

c) Sie werden nicht roth, sondern bleiben unverändert und ungefärbt im Millon'schen Reagens. (Fig. 19.)

d) Sie speichern Farbstoffe nicht auf. So nehmen sie z. B. Karminlösungen und Anilinroth gar nicht auf (Fig. 20.) und bleiben mit diesen Farbstofflösungen behandelt, auch nach tage- und wochenlanger Einwirkung, und nach vorheriger Behandlung mit Alcohol, Säuren, Alcalien etc. völlig farblos, während das umgebende Protoplasma der Schläuche sich tief gefärbt zeigt.

Andere sehr stark tingirende Farbstoffe, wie Haematoxylin, Anilinblau u. s. w. werden zwar unter Umständen von ihnen aufgenommen, und sie färben sich mit ihnen, wenn auch langsamer und spaeter, als die protoplasmatischen Substanzen, in denen sie eingebettet sind; immer aber, auch im Falle tieferer Tinction erscheint ihre Färbung nur wie eine Durchtränkung mit der Farbstofflösung. Sie stehen daher in dieser Beziehung den protoplasmatischen Substanzen ungemein nach, und bleiben selbst den Fetttropfen gegenüber in ihrer Färbung weit zurück, stimmen dagegen im Verhalten gegen Farbstoffe mit den verschiedenen Cellulosemembranen, welche gleichfalls Farbstoffe vorübergehend aufnehmen, überein.

4. Kaustische Alcalien — so namentlich concentrirte Kali-Lauge — zeigen in der Kälte keine sichtbare Einwirkung auf dieselben. Sie quellen auch nach wochenlangem Liegen in Kalilösung nicht auf, ihre innere Organisation, Kern und Schichtung, bleiben erhalten, werden meist noch deutlicher, als vorher. Man kann sie auch in concentrirter Kali-Lösung einige Minuten aufkochen, ohne sie zu zerstören und ohne ihre Organisation zu beschädigen. Wird das Kochen länger fortgesetzt, so werden die Körper blasser und unscheinbarer.

5. Auch concentrirte und verdünnte Salpetersäure und Salzsäure scheinen bei gewöhnlicher Temperatur von geringer Einwirkung auf dieselben. Man kann sie in diesen Säuren wochenlang maceriren, ohne sie zu zerstören. Ebenso kann man sie in Salpetersäure, und in der Schulze'schen Mischung ohne Zerstörung kurze Zeit erwärmen. Sie behalten hierbei ihre Gestalt und erleiden keine bemerkbare, wesentliche Veränderung. Doch bei längerem Kochen werden sie namentlich in der Schulze'schen Mischung sehr blass und unscheinbar.

6. Dagegen lösen sie sich, gerade so, wie es manche Cellulosemembranen thun, und noch leichter, als z. B. die Membranen der *Apodya*- und *Apodachlya*-Schläuche, in deren Gliedern sie liegen, ohne Hinterlassung irgend eines Rückstandes schon in mässig

concentrirter Schwefelsäure (1 SO^3 : 1 aq) bei gewöhnlicher Temperatur unter den Augen des Beobachters vollständig auf.

7. Ebenso lösen sie sich gleichfalls schon bei gewöhnlicher Temperatur, unmittelbar unter dem Auge des Beobachters und ohne Hinterlassung jedes Rückstandes sofort beim Hinzutreten von wässriger, nicht zu verdünnter Chlorzinklösung auf — gerade so, wie ein löslicher Krystall in Wasser verschwindet.

Diese sehr auffallende und characteristische Erscheinung habe ich in den Figuren 16 und 17 meiner Tafel zur Darstellung gebracht.

8. Endlich verdient noch Erwähnung, dass sie bei unmittelbarem Einbringen in Kupferoxydammoniak, auch bei längerer Einwirkung desselben, sich nicht lösen.

Die angeführten Reactionen gelten ohne Ausnahme für alle hier besprochenen Körner, für die vereinzelt auftretenden und die in Gruppen und Haufen vereinigten; für die jungen sowohl, als für die alten Zustände, und endlich ebenso gut für die in den Oogonien, als die in den Schläuchen. Namentlich betone ich, dass die oft und zahlreich in den Oogonien zwischen Oosporen und Oogonienmembran auftretenden Körner (Fig. 15 und 16) absolut dieselben Bildungen sind, wie diejenigen, die vereinzelt, oder in Gruppen und Haufen in den Schläuchen auftreten (Fig. 15. b. b. Fig. 10—12).

Die morphologischen Charaktere dieser Körner, ihre Bildungsvorgänge und das Auftreten der charakteristischen Schichtung in den älteren Zuständen deuten sofort auf die Verwandtschaft mit Stärkekörnern und Zellmembranen hin.

Die microchemischen Reactionen stimmen hiermit im Allgemeinen überein und erweisen mit genügender Sicherheit, dass die Substanz, aus welcher die Körner bestehen, den sogenannten Protein-haltigen Gruppen der Pflanzenstoffe nicht angehört, schliessen aber gleichzeitig ihre Zugehörigkeit zu Fetten oder Harzen aus.

Aber auch die Möglichkeit, dass hier eigenthümliche Stärkekörner vorliegen, ist durch ihr Verhalten gegen Jodlösungen ausgeschlossen. Denn weder unmittelbar, noch bei Anwesenheit einer Säure nehmen sie mit Jodlösungen irgend eine der Farbennüancen der Jodstärke an. Selbst nach vorheriger Behandlung mit verschiedenen eingreifenden Reagentien gelingt es nur selten, Spuren einer Blaufärbung durch Jodlösungen an ihnen wahrzunehmen.

Die Blaufärbung durch Chlorzinkjod, oder Schwefelsäure und Jod ist bei ihnen durch ihre leichte Löslichkeit in Schwefelsäure und in Chlorzinklösung ausgeschlossen.

Ihre ausserordentliche Resistenz bei sehr verschiedenartiger chemischer Behandlung; ihre völlige Unlöslichkeit bei wochenlanger Maceration in kalten caustischen Alcalien, in kalter verdünnter und concentrirter Salz- und Salpetersäure, und dem gegenüber ihre überaus leichte und vollständige Löslichkeit, ohne jeden Rückstand, schon in mässig concentrirter Schwefelsäure und in wässriger Chlorzinklösung unterstützen und bestätigen die Vorstellung, dass wir hier eine der vielen Modificationen des Zellstoffes vor uns haben, wie sie sonst nur in den natürlichen Zellmembranen auftreten, die im vorliegenden Falle aber in Körnerform aus dem Plasma niedergeschlagen wird. Unter den Modificationen der Cellulose, die man, gestützt auf die unmittelbaren Eigenschaften der natürlichen Zellmembranen der Gewebe zu unterscheiden versucht hat, nähert sich die hier vorliegende, die ich als „Cellulin“ bezeichnen will, wie es scheint, am meisten der Fibrose von Fremy, die gleichfalls eine Form der Cellulose darstellt, die in Schwefelsäure löslich, in caustischem Kali und in amoniakalischer Kupferoxydlösung aber unlöslich ist. Zu dieser Form der Cellulose gehört auch die sog. Pilzcellulose, mit welcher der Stoff der Cellulinkörner vielleicht am nächsten verwandt ist.

Auf die Frage, ob überhaupt ursprünglich verschiedene Modificationen der Cellulose anzunehmen sind, und ob die verschiedenen Eigenschaften der natürlichen Zellmembranen ausschliesslich nur durch die Einlagerungen verschiedener fremdartiger Substanzen bedingt sind, oder nicht vielmehr isomere, von einander zwar verschiedene, aber leicht in einander übergehende Modificationen eines Grundstoffes darstellen, soll hierbei gar nicht eingegangen werden; vielmehr soll hier nur ausgesagt sein, dass die stoffliche Grundlage der hier besprochenen Körner dieselbe ist, wie die der pflanzlichen Zellmembranen, und nur um die vorhandenen Verschiedenheiten anzudeuten, welche diese Körner in ihrem microchemischen Verhalten, einerseits von der chemisch gereinigten, und künstlich aus ihren Lösungen gefällten Cellulose, anderseits von den natürlichen Zellstoffmembranen noch scheiden, bezeichne ich den Stoff, aus dem sie bestehen, als „Cellulin“ und sie selbst als „Cellulin-Körner“.

Der wesentliche chemische Charakter dieser Modification des Zellstoffes ist vielleicht seine ausserordentlich leichte Löslichkeit in wässriger Chlorzinklösung und in verdünnter Schwefelsäure.

Die grosse Schwierigkeit, welche die Cellulinkörner bieten, in eine mit Jod sich bläuende, und in ammoniakalischer Kupferoxydlösung lösliche Form übergeführt zu werden, theilen sie mit vielen natürlichen Zellmembranen, namentlich wiederum mit denen der Pilze.

Die dargelegten specifischen Differenzen des Cellulins berechtigen somit schon, wie ich glaube, dasselbe als eine besondere Modification des Zellstoffes aufzufassen und von den vielen in Membranform existirenden Modificationen dieses Körpers zu unterscheiden, doch will ich dies durch den Vergleich der microchemischen Reactionen der Cellulinkörner mit denen der zunächst in Frage kommenden Modificationen der Zellmembranen, hier noch etwas näher zu begründen versuchen.

Vor Allem kommen hier die Membranen der Saprolegnieen-Schläuche selbst, in denen die Cellulin-Körner entstehen, in Betracht. Bei sehr grosser Aehnlichkeit finden sich auch hier entschiedene Differenzen, wobei noch zu bemerken ist, dass auch die Membranen der verschiedenen Saprolegnieen unter sich sehr erhebliche Verschiedenheiten zeigen. Namentlich unterscheiden sich die Membranen der *Achlyen* nicht unbedeutend von denen der sogenannten *Leptomitus*-Arten, d. h. also von denen von *Apodya* und *Apodachlya.*

Dass die Membran der Saprolegnieen aus Cellulose besteht, habe ich schon in meiner ältesten Arbeit über *Achlya prolifera*[1]) nachgewiesen, indem ich dort gezeigt habe, dass es leicht gelingt, die Membranen der Oogonien, der Sporangien und der Schläuche mit Jod zu bläuen. Es war dies meines Wissens der erste Nachweis einer Cellulose-Reaction bei pilzartigen Gewächsen. Dasselbe gilt von den Membranen von *Apodya* und *Apodachlya*, die sich gleichfalls mit Chlorzinkjod schon im frischen Zustande leicht bläuen lassen. Dagegen gelingt dies niemals mit den Cellulinkörnern. Diese lösen sich sofort beim Zutritt der Chlorzinkjodlösung in Folge der Einwirkung des Chlorzinks auf, und zwar geschieht dies so rasch, dass es mir niemals gelungen ist, ganz sichere Zwischenstadien aufzufinden, in welchen die Körner vor ihrer vollständigen Auflösung gebläut gewesen wären.

Derselbe Grund, ihre äusserst leichte Löslichkeit in Schwefelsäure, verhindert wohl auch ihre Bläuung durch Schwefelsäure und Jod.

Die Membranen der Saprolegnieen selbst verhalten sich gegen Schwefelsäure verschieden.

Die von *Apodya* und *Apodachlya* lösen sich in Schwefelsänre noch verhältnissmässig leicht, wenn auch schon schwerer, wie die Cellulin-Körner, die in ihren Gliedern liegen.

Die Membranen der *Achlyen* dagegen widerstehen der Schwefelsäure bedeutend länger, als die Cellulinkörner, und auch als die Membranen von *Apodya.* Die Cellulin-Körner lösen sich beim Zutritt der Säure sofort, während die Membran des *Achlya*-Fadens, in dem sie liegen, gar keine Veränderung erfährt.

Gegen mässig concentrirte Chlorzinklösung, in welcher, wie bereits erwähnt, alle Cellulin-Körner sofort verschwinden, sind die Membranen von *Apodya*, *Apodachlya* und auch von *Achlya*, wie es scheint, völlig resistent, sofern sie nicht vorher einer eingreifenden Behandlung durch Alcalien und Säuren unterworfen worden sind.

In ammoniakalischer Kupferoxydlösung sind ferner auch die Membranen der Saprolegnieen ebenso unlöslich, wie die Cellulin-Körner.

Nach vorherigem Kochen in Salpetersäure, oder nach Erwärmung in Salpetersäure und Kalichlorat lösen sich dagegen die Membranen

---

1) Nova Acta. Acad. Caes. Leop. Nat. Cur. Vol. XXIII. P. I. p. 419.

von *Achlya* und von *Apodya* oft augenblicklich in frisch bereiteter ammoniakalischer Kupferoxydlösung auf, während ich nach gleicher Behandlung an ihren Cellulinkörnern nur eine erhebliche Quellung ihrer inneren Schichten und keine vollständige Lösung beobachten konnte. Die peripherische Schicht, d. h. die Randschicht der Körner, scheint dem Lösungsmittel lange Zeit zu wiederstehen, und so bleibt zwar jedes Korn in seiner Selbständigkeit erhalten, allein die innere Organisation, der Kern und die Schichtung, verschwindet, und das Korn gleicht nunmehr einer etwas aufgeblähten Kugel, die von einer homogenen, sehr blassen Substanz erfüllt ist. Diese Reactionen zeigen, dass das Cellulin auch mit dem Membranstoff der *Achlyen* und *Apodyen* nicht völlig übereinstimmt, dass aber die Membran von *Apodya* und *Apodachlya* ihm vielleicht noch näher steht, als die der *Achlyen.*

Die Verschiedenheit des Cellulins gegenüber anderen Modificationen des Zellstoffes, sowie auch gegenüber der künstlich aus ihren Lösungen niedergeschlagenen Cellulose geht gleichfalls aus den hier mitgetheilten Reactionen gegen Jodlösungen, und namentlich gegen Chlorzinkjodlösung und ammoniakalische Kupferoxydlösung schon zur Genüge hervor und bedarf keiner weiteren Ausführung.

Allein die völlige Uebereinstimmung der Cellulinkörner in Form, Auftreten und Wachsthum mit den gewöhnlichen, concentrisch geschichteten Stärkekörnern regt noch den Vergleich ihrer stofflichen Grundlage mit jener eigenthümlichen Zellstoffmodification an, die ihr morphologisch scheinbar noch näher steht, als die Pilzcellulose, nämlich mit der Amylocellulose.

Man könnte nämlich auf die Vermuthung kommen, dass hier Stärkekörner aus reiner Amylocellulose vorliegen, in welchen die Einlagerung von Granulose gänzlich unterblieben ist, und diese Vermuthung war auch diejenige, die ich bei der Prüfung dieser Körner zuerst ins Auge fasste. In der That würde diese Auffassung jedoch nur ein anderer Ausdruck für das sein, was ich schon behauptete, dass diese Körner aus einer Art Cellulose und nicht aus Stärke bestehen.

Doch entspricht auch diese Vorstellung nicht dem chemischen Verhalten der Cellulinkörner, denn diese unterscheiden sich sehr wesentlich von den durch Speichel, Säuren u. s. w. extrahirten Stärkekörnern, und chemisch von ihnen sogar noch mehr, als von der Pilzcellulose.

Die von der Granulose befreiten Stärkekörner stellen nach den übereinstimmenden Angaben der Beobachter, unter denen ich hier namentlich Mohl[1]) folge, eine äusserst leicht lösliche Modification des Zellstoffes dar. Sie werden nach Mohl von concentrirter Chlorzinkjodlösung augenblicklich zu einer braunrothen Flüssigkeit aufgelöst. Sie stimmen hiernach in diesem auffallenden Charakter ihrer Löslichkeit

---

1) Bot. Zeit. 1859, p. 237.

in Chlorzinklösung mit den Cellulinkörnern überein; ebenso in ihrem Verhalten gegen Jod, mit welchem sie sich bekanntlich ebenso wenig bläuen, wie die Cellulinkörner. Dagegen sind die extrahirten Amylum-Körner auch in Kupferoxydammoniak, in caustischer Kali-Lauge, in Salpetersäure, in Salzsäure u. s. w. augenblicklich löslich, während, wie ich oben gezeigt habe, die Cellulinkörner gegen alle diese Reagentien ausserordentlich resistent, und unmittelbar mit ihnen behandelt, in ihnen ganz unlöslich sind.

Diese Angaben werden genügen, um die chemische Beschaffenheit der Cellulinkörner und ihre stoffliche Verschiedenheit von den Stärkekörnern und den gewöhnlichen Zellmembranen nachzuweisen. Ich wende mich daher nun zu ihrem morphologischen und anatomischen Verhalten, welches gleichfalls für die Bildungsgeschichte der Zellwände und das Wachsthum der Stärkekörner von Interesse ist.

Was die Schichtung der älteren Cellulinkörner betrifft, so ist dieselbe, wie die Figuren zeigen, genau concentrisch. Es wechseln nach der gewöhnlichen Ausdrucksweise dichte und weiche Schichten regelmässig mit einander ab; sie sind um einen mittleren Kern gelagert, der hier, wie es scheint ohne Ausnahme, von der dichteren Substanz gebildet wird, und der fast genau die geometrische Mitte des ganzen Kornes einnimmt. Auch die äusserste peripherische Schicht desselben, die sog. Randschicht wird gleichfalls, wenigstens im erwachsenen Korn, stets von der dichteren Substanz gebildet.

Die Anzahl der unmittelbar sichtbaren Schichten ist auch bei den ältesten Körnern nicht gross, kaum mehr als 6—8. Die Körner liegen, von ihrem frühesten erkennbaren Auftreten an, frei an der inneren Seite des protoplasmatischen Wandbeleges (Fig. 12). Eine besondere, ihnen eigenthümlich zugehörige Grundlage nach Art der Stärkebildner, aus welcher die Schichten der älteren Körner sich nach einander hervorbilden würden, ist nicht vorhanden. Ueber die Entstehung der Schichten und das Wachsthum der Körner, ob durch Apposition oder durch Intussusception und innere Differenzirung kann selbstverständlich, ohne weitere Anhaltspunkte, der äussere Anschein hier ebenso wenig etwas Sicheres lehren, als bei Stärkekörnern und Zellmembranen.

Gewiss ist nur, dass die Körner noch im homogenen Zustande, in welchem noch keine Schichtung sichtbar ist, bedeutend wachsen und das Vielfache ihres ursprünglichen Durchmessers an Grösse erreichen können, und dass die Schichtung erst später an den älteren, bereits erwachsenen Körnern auftritt.

Dies spricht wenigstens zu Gunsten einer späteren Differenzirung der homogenen Substanz in die später sichtbaren concentrischen Kugelschalen, wenn man nicht eben annehmen will, dass die Schichtung schon im homogenen Korne vorhanden, und nur nicht sichtbar war.

Ueber die Aufnahme und den Ort der Anlagerung neuer Substanz an dem homogenen, wachsenden Korne lehren daher die Cellulinkörner nichts wesentlich Neues; nur das Eine ist hier zweifellos, dass diese Vermehrung an Substanz nicht mit Hülfe und auf Kosten eines vorhandenen Stärkebildners geschieht.

Dagegen geben die Cellulinkörner einen ganz positiven Aufschluss über die Entstehung geschichteter Zwillingskörner und jener Complexe geschichteter Körner, die man bei den Stärkekörnern zusammengesetzte Körner nennt.

Man ist hier nicht, wie bei den Särkekörnern, auf die Deutungen weit auseinander liegender Entwicklungszustände angewiesen, die grade in diesem Falle bekanntlich zu diametral entgegengesetzten Anschauungen geführt haben. Man kann die Entwicklungsgeschichte der Zwillingskörner und der zusammengesetzten Körner hier schrittweise verfolgen; da die aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen in genügender Anzahl und übersichtlich neben einander vorkommen, und über ihre Entstehung keinen Zweifel lassen. —

Zwillingskörner und zusammengesetzte Körner entstehen nun hier in höchst einfacher Weise durch eine Art Sprossung und darauf folgende Abgrenzung jüngerer Theilkörner an einem schon vorhandenen, einfachen Mutterkorne; also nicht durch innere Differenzirung und Spaltung, wie es Naegeli und die ihm folgen; aber noch viel weniger durch Verwachsung freier Körner, wie es Schimper und die neueren Anatomen, die diesem beipflichten, es sich bei den Stärkekörnern vorstellen.

Unter den bekannten Vermehrungsarten organischer Bildungen findet der Vorgang sein nächstes Analogon in der sogenannten hefeartigen Sprossung.

An einem Punkte seiner Peripherie treibt das Mutterkorn einen Vorsprung, der ihm ursprünglich als äusserst kleine Papille aufgesetzt ist (Fig. 10 a. a. a.).

Dieser Vorgang kann in allen, auch sehr jungen Alterszuständen der Körner eintreten. Ist das Mutterkorn, wenn er eintritt, bereits geschichtet (Fig. 6), so scheint die äussere peripherische Schicht, die sogen. Randschicht, an der Sprossung keinen Theil zu nehmen, und die Sprossung erscheint vielmehr als ein Product des Wachsthums der zunächst unterhalb der Grenzschicht befindlichen zweiten Schicht, welche hervorquellend die Grenzschicht an dieser Stelle durchbricht.

Die hervorgewachsene Papille erscheint kurz nach ihrer Bildung von dem Mutterkorn durch eine ebene Lage von Substanz an ihrer Basis abgegrenzt, und dies geschieht offenbar durch eine ähnliche Differenzirung der Substanz, wie sie bei der Bildung der Schichten eines einfachen Kornes eintritt (Fig. 15b, Fig. 13).

Nach ihrer Abgrenzung stellt die junge Papille ein selbständiges neues Korn dar, welches, wie das Mutterkorn, wachsen, sich differenziren, und seinerseits wieder junge Tochterkörner bilden kann. Das entstandene Tochterkorn kann sich an seiner Basis von dem Mutterkorn lösen, und dies ist der gewöhnliche Vermehrungsvorgang der Körner bei Apodya und Apodachlya. Man findet bei diesen beiden Pflanzen daher gemeinglich nur einfache, isolirte Körner und nur selten Zwillingskörner.

Das Tochterkorn kann aber auch mit dem Mutterkorn für längere Zeit in ungetrennter Verbindung bleiben, und dann bilden Mutter- und Tochterkorn gemeinsam ein sogen. Zwillingskorn, und da der Vorgang sich an demselben Mutterkorn, und auch an dem Tochterkorn an verschiedenen Punkten der Peripherie mehrmals wiederholen kann, bevor die entstandenen Körner sich trennen, so gehen aus diesem Vermehrungsvorgange bald kleinere und grössere, oft vielzählige, zusammenhängende Gruppen von Körnern hervor, in deren Anordnung schon ihre Entstehungsgeschichte, und die genetische Folge der Körnergenerationen, aus denen sie bestehen, sich ausspricht (z. B. Fig. 13).

Bei den *Achlyen* ist dies der normale Fall; hier bleiben die auseinander hervorgehenden Generationen sehr lange mit einander in ungetrenntem Zusammenhange, und hier findet man daher die schon im Eingange erwähnten, mehr- bis vielgliedrigen, organisch verbundenen Körnergruppen, welche den Bildungen gleichwerthig sind, die man bei Stärkekörnern zusammengesetzte Körner nennt.

Ich stehe nicht an, den hier geschilderten, bei den *Achlyen* leicht nachweisbaren Vorgang der Entstehung der zusammengesetzten Körner auf die Bildungsgeschichte der Zwillingskörner und der zusammengesetzten Körner bei den wahren Stärkekörnern auszudehnen. Auch an diesen lassen sich Entwicklungsstufen nachweisen, welche eine derartige Sprossung junger Körner aus älteren zur Gewissheit erheben. Man kann schon aus der Anordnung der Theilkörner fast immer auf die Entwicklungsfolge der Sprossung bei der Entstehung des Complexes zurückschliessen. Alle anatomischen Befunde, die man an zusammengesetzten Stärkekörnern beobachtet hat, erklären sich überdies auf diese Weise am einfachsten.

Dass auch bei den halbzusammengesetzten Körnern der Zwilling im Innern, oder der mehrgliedrige Complex, um welchen die allgemeinen Schichten gelagert sind, ebenfalls aus Sprossung hervorgegangen ist, scheint mir ganz unfraglich; hierauf weist auch in diesen Fällen schon die Anordnung, Lage und Verbindung der Theilkörner hin.

Ueber die Entstehung der Schichten, welche den inneren Zwilling, oder mehrgliedrigen Complex eines halbzusammengesetzten Kornes umschliessen, will ich, so lange mir fortlaufende und ununterbrochene Entwicklungsreihen nicht zu Gebote stehen, noch keine entschiedene Ansicht aussprechen. Bei den Cellulinkörnern treten den halbzusammengesetzten Stärkekörnern entsprechende Bildungen selten auf. Allein die

Entstehung derartiger äusserer Schichten rings um einen inneren Zwilling oder Körnercomplex ist durch das bevorzugte oder ausschliessliche Wachsthum der peripherischen Schichten eines durch Sprossung bereits entstandenen Zwillings oder mehrgliedrigen Complexes, auch ohne spätere Auflagerung desselben von Aussen sehr leicht verständlich. Die Quellungserscheinungen der Schichten und das Ineinanderfliessen derselben, worauf ich bald noch eingehender zurückkomme, lassen einen derartigen Vorgang einfach und natürlich erscheinen.

Die Sprossung der Cellulinkörner an ihrer Peripherie, durch welche, wie vorher gezeigt wurde, neue Körner und Körnergruppen entstehen, ist aber nicht der einzige Bildungsvorgang, durch welchen die geschichteten Körner sich vermehren. Daneben besteht noch die Bildung freier Cellulinkörner unmittelbar aus dem Protoplasma. Diese entstehen als sehr kleine Cellulinplättchen überall zerstreut in den Schläuchen ohne jede Beziehung zu einem Mutterkorn und, wie es scheint, immer an der inneren Seite des protoplasmatischen Wandbeleges (Fig. 12). Jedes so entstandene Cellulin-Plättchen kann alsdann durch Sprossung zu dem Bildungsheerd einer ganzen Gruppe werden.

Zur Aufklärung des näheren Vorganges bei der Entstehung der freien Cellulinkörner kann ich noch einige weitere Beobachtungen beibringen, die eine allgemeinere Verwerthung für die Entstehungsgeschichte der geformten Kohlenhydrate in der Pflanze zulassen. Bestimmte Elemente, von denen man mit Sicherheit aussagen könnte, dass sie unmittelbar zur Bildung der Cellulin-Plättchen verwandt würden, habe ich im Protoplasma der Schläuche nicht unterscheiden können. Da ferner, wie ich schon angab, auch die entstandenen Cellulin-Plättchen keine besondere, ihnen eigenthümliche, protoplasmatische Grundlage für ihr Wachsthum besitzen, so muss wohl in der Weise unserer gewöhnlichen Vorstellung angenommen werden, dass das stoffliche Ernährungsmaterial für die Cellulinkörner eine optisch nicht weiter bemerkbare, flüssige Substanz ist, die das Protoplasma durchdringt, und aus welcher sie selbst wohl schon bei ihrer ersten Bildung sich absetzen mögen.

Diese Muttersubstanz der Cellulinkörner ist nun allerdings in den Schläuchen selbst nicht demonstrirbar; wohl aber in den Oogonien und hierdurch erhält jene Vorstellung eine unzweideutige factische Grundlage.

Fasst man nämlich die Beschaffenheit der Oogonien vor Bildung der Cellulinkörner ins Auge, so muss es offenbar auffallen, woher denn die Cellulinkörner in den Oogonien eigentlich kommen, da der Raum zwischen den Oosporen und der Oogoniummembran, in dem sie entstehen, (Fig. 15) vor ihrer Bildung ganz leer zu sein scheint.

In der That ist dies aber keineswegs der Fall; sondern dieser Raum ist wirklich von einer eigenthümlichen, glashellen, homogenen, halb, oder ganz flüssigen Substanz erfüllt, die sich nur wegen ihrer physikalischen Beschaffenheit unter dem Microscope nicht unmittelbar optisch bemerkbar macht.

Die Sonderung oder Abscheidung derselben aus dem ursprünglichen Protoplasma des Oogoniums hängt mit der Bildung der Oosphären zusammen. Bei der Gestaltung der Oosphären aus dem protoplasmatischen Inhalte des Oogoniums bleibt jene Substanz als ein unverbrauchter Rest, welcher in das Bildungsmaterial der Oosphären nicht aufgenommen wird, im Oogoniumraum zurück, und stellt hier die Muttersubstanz dar, aus welcher die Cellulinkörner sich später niederschlagen.

Wenn auch nicht anatomisch und ihrer Zusammensetzung nach, so hat diese Substanz somit doch morphologisch, als unverbrauchter Rest des Protoplasma, den gleichen Werth, wie das von De Bary bei den Peronosporeen unterschiedene Periplasma, welches sich bei *Peronospora* später an der Bildung des Exosporiums der Oospore betheiligt.

Bei *Achlya* ist dies sog. Periplasma durch seine ungemein einfache, homogene Beschaffenheit ausgezeichnet, und eben deshalb und weil es nicht mehr mit körnigen, protoplasmatischen Bestandtheilen untermengt ist, ist es bisher unbeachtet geblieben. Während das Periplasma der Peronosporeen von dem ursprünglichen Protoplasma des Oogoniums kaum unterschieden ist, und wie dieses von complicirter Zusammensetzung allerlei körnige Bildungen von unbekanntem Werthe führt, ist das Periplasma von *Achlya* dagegen — und hierdurch wird es eben für die Auffassung des histologischen Vorganges bei der Bildung der festen Kohlenhydrate so werthvoll — ganz allein, oder doch wesentlich nur auf die eigentliche, glashelle Muttersubstanz der Cellulinkörner reducirt und man darf wohl annehmen, dass es wesentlich nichts anderes ist, als ein flüssiges Kohlenhydrat, denn es geht direct durch blosse Umwandlung, gleichsam durch blosse Annahme eines anderen Aggregatzustandes, in die Cellulinkörner über. Ob hier einfache Verdichtung durch Wasserabgabe stattfindet, ist freilich microscopisch nicht nachweisbar.

Diese Entstehung der geschichteten, den Stärkekörnern und Zellmembranen biologisch gleichwerthigen Cellulinkörner durch directe Umwandlung aus einer sichtbaren, oder doch demonstrirbaren, vorher gebildeten, formlosen, stofflich ihnen verwandten, homogenen Substanz, ohne jede Beziehung zu einem, hier gar nicht mehr vorhandenen, Protoplasma liegt in diesem Falle äusserst klar vor Augen.

Es ist kaum zu zweifeln, dass derselbe Vorgang auch in den Schläuchen der Saprolegnieen eintritt, und dass auch hier der Bildung und dem Wachsthum der Cellulinkörner die Ausscheidung einer ihrer Substanz isomeren Flüssigkeit vorhergeht. Somit liefert die unmittelbare Beobachtung der Cellulinkörner in den Oogonien, wie ich bereits oben hervorhob, eine unbestreitbare, thatsächliche Grundlage für die gangbare

Auffassung der Entstehung der Stärkekörner und Membranen in der Pflanzenzelle.

Ueber das fernere Verhalten der Cellulinkörner in den Schläuchen kann ich noch einige weitere Erfahrungen mittheilen, die gleichfalls ihre Verwandtschaft und ihre Beziehungen zu den Zellwänden deutlich hervortreten lassen.

In den Schläuchen der *Achlyen*, namentlich in den älteren Theilen derselben, hat man an älteren Haufen oder Gruppen von Cellulinkörnern, die als zusammengesetzte Körner aus Sprossung hervorgegangen sind, häufig Gelegenheit zu beobachten, dass die nebeneinanderliegenden Körner der Gruppe mit einander förmlich verkleben.

Ein kleines derartiges Conglomerat von Körnern stellt die Fig. 20a meiner Tafel dar. Auf diese Weise können ganz beliebig geformte, grosse Massen von homogener Cellulose-Substanz in den Schläuchen der *Achlyen* entstehen, die ganz unregelmässig bald hier, bald da auftreten, und die aus derselben, wenig veränderten Modification des Zellstoffes, welche die Cellulinkörner bildet, bestehen. Sie lassen ihre Bildung aus einzelnen, vorher selbständigen Körnern oft gar nicht mehr erkennen, oder tragen nur noch Spuren dieser Entstehung an sich.

Dieser Verschmelzungsprozess beruht offenbar auf der gleichen gallertartigen Quellung der Cellulinsubstanz, auf welche auch die Schichtung der Cellulinkörner zurückzuführen ist; die Quellung schreitet hier, wie bei der gallertartigen Umwandlung von Cellulosemembranen, bis zum völligen Ineinanderfliessen der vorher geschiedenen Schichtungen der einzelnen Körner fort. Hierdurch können auch Verwachsungen der Cellulinkörner mit der Zellwand eintreten, und Wunden derselben geschlossen werden. Dies geschieht, wenn quellende Haufen alter Cellulinkörner in die Nähe der Wände der Schläuche zu liegen kommen. Die Wand des Schlauches wird alsdann in den Quellungsvorgang (Fig. 14a) hineingezogen, und die Cellulinkörner verkleben mit derselben zu einer zusammenhängenden Masse. Bei *Apodya* und *Apodachlya* nimmt dieser Vorgang hin und wieder einen normalen Charakter an und erhält einen gewissen morphologischen Werth.

Die Schläuche dieser Pflanzen besitzen bekanntlich regelmässige Stricturen (Fig. 1. 2. 3. 4. 8.), durch welche dieselben gleichsam in Glieder getheilt werden. Die Glieder stehen aber durch die Strictur in offener Communication mit einander, und die Pflanze behält daher in ihren vegetativen Theilen einen einzelligen Charakter bei. In den jungen Zweigen und Aesten findet sich gewöhnlich in jedem Gliede nur ein einziges Cellulinkorn, in den älteren sind oft mehrere vorhanden. Bei den passiven Lageveränderungen des Inhalts der Schläuche, welche durch Wachsthum und Plasmabewegung bedingt sind, treten hin und wieder die Cellulinkörner der Glieder in die Stricturen zwischen denselben (Fig. 3a) ein. Es beginnt dann auch hier sehr bald ein Verquellungs- und Verschmelzungsprocess des in die Strictur eingezwängten Cellulinkorns mit der Membran des Schlauches, und hierdurch werden die Glieder, wie durch dicke Querwände oder Pfropfen, gegen einander abgeschlossen.

Mit einer gewissen Regelmässigkeit, oder doch häufig, tritt dieser Vorgang an der Basis derjenigen Glieder auf, welche bei *Apodya* und *Apodachlya* zu den Zoosporangien werden, wie ich dies bereits in meinem Aufsatze über *Leptomitus lacteus*[1]) beiläufig erwähnt und abgebildet habe. Hierdurch werden die Zoosporangien dieser Pflanze zu abgeschlossenen Organen und das Cellulinkorn in der basalen Strictur vertritt daher hier offenbar die Bildung einer Scheidewand.

Sehr bemerkenswerther Weise tritt nun ganz derselbe Vorgang auch bei einer einzelligen Alge ein, nämlich bei *Bryopsis*, wo ich denselben gleichfalls schon vor Jahren erwähnt und abgebildet habe[2]).

Hier werden nämlich die ursprünglich offenen Seiten-Fiederchen, in denen die sexuellen und asexuellen Zoosporen entstehen, ebenfalls noch nachträglich dadurch zu abgeschlossenen Organen, dass eigenthümliche Pfropfen in die basalen Einschnürungen der Fiederchen eintreten und hier mit den gleichfalls quellenden Seitenmembranen der Fiederchen verwachsend dieselben verschliessen. Ich vermuthe daher jetzt, dass auch dort der sich einzwängende Pfropfen, den ich damals nicht weiter untersucht habe, ein Cellulinkorn ist, oder doch aus einer dem Cellulin ähnlichen Modification von Cellulose besteht.

Offenbar sprechen sich in diesen Erscheinungen nahe Beziehungen der Cellulinkörner zum Wachsthum der Zellwände aus, und man kann sich, wenn man diese pfropfenartigen Verschlüsse der Zellwände durch die Cellulinkörner, und ihre Verschmelzung zu homogenen, membranartigen Massen berücksichtigt, kaum der Hypothese erwehren, dass das Auftreten von Cellulin-Plättchen, oder selbständiger Cellulose-Körner von weiterer Verbreitung in den Pflanzenzellen ist, und dass diese bei der Bildung der Zellwände vielleicht eine allgemeinere Rolle spielen.

Vielleicht wird der letzte Verschluss der Cellulose-Platte, die bei der Theilung der Zellen ringartig von der Peripherie ins Centrum hineinwächst, schliesslich, wie bei *Apodya* und *Bryopsis*, durch ein selbständiges Cellulin- oder Cellulose-Korn bewirkt, welches in die Oeffnung des Ringes eintritt, und mit demselben verquellend sie verschliesst.

Vielleicht gehören auch die Zellplattenelemente von Strasburger, die derselbe schon früher für Stärke hielt, jetzt aber für eiweissartige

---

[1]) Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. II, p. 228. Die Regelmässigkeit des Auftretens der Cellulinkörner in jedem Gliede hat mich damals auch zu der Vermuthung verführt, sie könnten hier die Zellkerne vertreten.

[2]) Monatsberichte d. Kgl. Acad. d. Wissensch. in Berlin, Mai 1871, p. 244 (5). Fig. 3, 8, 9

Substanzen erklärt[1]), schon hierher, und sind in der That direct als Cellulinkörner oder Celluloseplättchen zu deuten, aus deren Verquellung die Mittellamelle hervorgeht.

Doch sollen uud können diese Hypothesen nur als hingeworfene Andeutungen gelten, deren Bestätigung oder Widerlegung sich aus späteren, umfassenderen Beobachtungen über die Verbreitung der Cellulinkörner, oder ähnlicher, geformter und selbständiger Cellulosekörner im Inhalte der Zellen ergeben muss, und ich bemerke nur noch, dass bei der Aufsuchung derselben hier und in anderen Fällen das characteristische Merkmal der Cellulinkörner, ihre äusserst leichte Löslichkeit in mässig concentrirter Chlorzinklösung die besten Dienste erweisen wird.

Was ich selbst bisher an Beobachtungen über die Verbreitung der Cellulinkörner gesammelt habe, habe ich hier mitgetheilt. Es beschränkt sich auf das Vorkommen derselben bei den Saprolegnieen und auf meine gegenwärtige Deutung der Pfropfen bei *Bryopsis*, die ich für unbedenklich halte. Ausserdem aber zweifle ich auch nicht an ihrem Vorkommen bei den Peronosporeen. Obgleich ich in letzter Zeit nicht Gelegenheit hatte, mich hiervon durch die unmittelbare Beobachtung zu überzeugen, kann ich dies doch mit der grössten Wahrscheinlichkeit schon aus den vorhandenen Abbildungen der Peronosporeen erschliessen. So stehe ich zum Beispiel keinen Augenblick an, die Körper, welche De Bary in dem Periplasma der Oogonien von *Peronospora Alsinearum* zwischen Oospore und Oogoniummembran abgebildet hat[2]), unbedenklich für Cellulinkörner zu erklären. Eine Nachprüfung wird dies leicht bestätigen.

Endlich können hierher zum Theil vielleicht auch die Bildungen gezogen werden, die man als Florideen- und Phaeophyceen-Stärke und als Paramylon bezeichnet hat[3]). Sie zeigen, wie die Cellulinkörner mehr in ihrem Vorkommen und in ihrer Form, als in ihrem chemischen Character Aehnlichkeit mit den wahren Stärkekörnern. Entsprechend wie bei diesen Bildungen möchte man daher auch die Cellulinkörner vielleicht als „Pilzstärke“ bezeichnen wollen.

Dies wäre aber durchaus incorrect, denn es hat ja offenbar keinen Sinn, von Stärkekörnern ohne Stärke zu reden, d. h. von Stärkekörnern, denen der wesentlichste Character der Stärke fehlt.

Dagegen ist gar kein Grund vorhanden, nicht anzuerkennen, dass die Cellulose auch in Körnerform im Inhalte der Zellen auftreten und abgelagert werden könne. Ist dies bisher auch noch nicht ausgesprochen und hervorgehoben, so ist dies doch im vorliegenden Falle ganz ausser Zweifel.

---

[1]) Bau und Wachsthum der Zellhäute. Jena 1882, p. 172.

[2]) Ann. des sc. nat. 4. série, T. XX, Pl. 8, Fig. 14.

[3]) Man vergl. Schmitz, die Chromatophoren der Algen pag. 151 u. f., ferner Klebs, Organisation einiger Flagellatengruppen p. 39.

So lange man daher überhaupt noch Stärkekörner und Celluloseformationen unterscheiden will, müssen die Cellulinkörner zu den letzteren gerechnet werden, und die genauere Untersuchung muss von dem hier bezeichneten Gesichtspunkte aus erst feststellen, ob die oben genannten Bildungen der sogenannten Florideen-Phaeophyceen- und Euglenen-Stärke zu den Stärke- oder zu den Cellulose-Formationen zu zählen sind. Hierbei dürfte ferner noch der Umstand in Frage kommen, in wie weit dieselben als wirkliche Reservestoffe abgelagert und von der Pflanze als solche auch benützt werden. Die Cellulinkörner sind, soweit meine gegenwärtigen Erfahrungen reichen, nicht als Reservestoffe, sondern vielmehr nur als Auswurfsstoffe des Stoffwechsels zu betrachten.

Man darf vielleicht die Stärke-Metamorphose, welche der Zellstoff in den Stärkekörnern erleidet, nur als ein Mittel bezeichnen, durch welches der Zellstoff für die Pflanze assimilirbar wird.

Nach den gegebenen Mittheilungen über die chemische Natur, die Entstehung und das Wachsthum der Cellulinkörner erscheint die im Eingange berührte Frage, ob dieselben wirklich den Saprolegnieen angehören, und ob sie physiologische oder pathologische Producte derselben sind, fast überflüssig, jedenfalls nebensächlich.

Da jedoch die bereits berührte, störende Verwechselung derselben mit Amöben und Parasiten vorgekommen ist, so will ich, um bei dem Leser die letzten möglichen Zweifel zu zerstreuen, meinen Aufsatz nicht schliessen, ohne hierauf noch zurückzukommen. Es ist ersichtlich kein Grund vorhanden die Cellulinkörner für pathologische Producte anzusehen. Dass sie bei *Achlya* in so grosser Anzahl gebildet werden, ist kein besonders verdächtiger Umstand und zeigt nur die reichliche Bildung von Kohlenhydraten in dieser Pflanze an.

Sie treten, dies ist völlig sicher, in den ganz normalen und gesunden, jungen und alten Schläuchen auf, und sind hier ein constantes, nie fehlendes Stoffwechselproduct, dessen regelmässige Bildung, namentlich bei *Apodya* und *Apodachlya* sich leicht constatiren lässt; weil hier in jedem jungen Gliede kurz nach seiner Anlage mit grosser Regelmässigkeit ein einziger derartiger Cellulinkörper auftritt (Fig. 2).

Ihr verbreitetes und regelmässiges Vorkommen bei den Saprolegnieen und, wie ich überzeugt bin, auch bei den Peronosporeen und bei *Bryopsis* weist schon den Verdacht zurück, dass sie vielleicht einem unsichtbaren Parasiten angehören, dessen Leibessubstanz das Protoplasma der Saprolegnieen symbiotisch, und ununterscheidbar durchdringt.

Da jedoch bei den Saprolegnieen wirklich Parasiten vorkommen, von denen in gewissen Entwicklungsstadien eine derartige vollständige Durchdringung des ganzen Plasmas der Nährpflanzen nicht absolut ausgeschlossen ist, so muss dieser Punct hier noch erörtert werden. Die in Frage kommenden Parasiten gehören bekanntlich den Gattungen *Rozella*, *Woroninia*, *Olpidiopsis* an.

Man findet nun häufig in solchen Rasen der Saprolegnieen, die voll von Cellulinkörnern sind, keine Spur der leicht erkennbaren Vermehrungs-Organe dieser Parasiten, und der Entwicklungszustände ihrer eingedrungenen Schwärmer.

Wo ferner in den Schläuchen der Saprolegnieen wirklich *Woroninia*, *Rozella*, *Olpidiopsis* auftreten und zur Fructification gelangen, da bleiben ersichtlich bei der Bildung der Vermehrungsorgane des Schmarotzers die Cellulinkörner ausgeschlossen. Der Schmarotzer assimilirt den gesammten Zellinhalt der Saprolegniee, mit Ausnahme der Cellulinkörner.

In den Gliedern der *Saprolegnia*, die sich zur Bildung der Sori der *Woroninia* durch Scheidewände abschliessen, findet man daher zwar den gesammten protoplasmatischen Inhalt des Gliedes zur Bildung der bekannten Sori des Schmarotzers verbraucht, aber neben den Soris sieht man die unverbrauchten Cellulinkörner liegen, die der Parasit in seine Leibessubstanz gar nicht aufnimmt. Ebenso findet man die Cellulinkörner der *Saprolegnia* in den s. g. falschen Oogonien, in welchen die *Olpidiopsis*-Sporangien sich ausbilden, neben diesen Sporangien unverbraucht liegen.

Es scheint der Schmarotzer nicht im Stande Cellulose zu assimiliren, und dies möchte vielleicht allgemein für die pflanzlichen Schmarotzer Geltung haben.

Man weiss ferner, dass die Schwärmsporen dieser parasitischen Gattungen die Zoosporen der Saprolegnieen nicht befallen¹); es lässt sich daher die Zugehörigkeit der Cellulinkörner zu den Saprolegnieen auch durch Schwärmsporen-Culturen demonstriren.

Die Erzeugung reiner Schwärmsporen-Culturen ist ja bei den Saprolegnieen äusserst leicht auszuführen und am einfachsten und bequemsten auf dem Wege, den ich schon in meiner ältesten Arbeit über die *Achlya prolifera*²) angab, wenn man nämlich die zu inficirenden Objecte von dem alten Rasen der Pflanze, der zur Infection benutzt wird, und sich in reichlicher Zoosporenbildung befinden muss, in dem Versuchsgefässe durch einen Glascylinder trennt.

Wird das inficirte Object, sobald die ersten Zoosporen sich angesetzt haben, aus dem Gefässe, in welchem die Infection erfolgte, herausgenommen und getrennt in reinem Wasser weiter cultivirt, so erhält man junge Rasen, die nur von Zoosporen-Keimlingen herrühren und selbst wenn der Schmarotzer im alten Rasen vorhanden war, nicht wohl vom Schmarotzer befallen sein können.

---

1) Vgl. Fischer in Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XIII, p. 301.

2) Nova Acta Acad. Caes Leop N C. (1851), Vol. XXIII, P. I, p. 431 (37).

Sollte dies aber in der ersten Generation doch noch der Fall gewesen sein, so ist dies in den folgenden Generationen ganz unmöglich, wenn man den ersten durch Infection erhaltenen Rasen wiederum in derselben Weise zu einer neuen Infection und zur Erzeugung eines zweiten, aus Schwärmsporen hervorgehenden Rasens benützt, und dann weiter immer in gleicher Weise eine dritte, vierte Infection u. s. w. ausführt. Denn in den jungen Rasen, die so zur Infection benützt werden, sobald ihre ersten Zoosporangien sich entwickeln, konnte der Schmarotzer, selbst wenn er in der ersten Generation sich noch eingefunden haben sollte, in der kurzen Zeit, in welcher diese schon zur Zoosporenbildung gelangen, bei dem langsamen Gange seiner eigenen Entwicklung unmöglich die nöthige Zeit, die er braucht, zur eigenen vollen Ausbildung und zur Reifung seiner Sporangien finden.

Ich erwähne nur noch, dass ich viele derartige Generationen von Schwärmsporen-Keimlingen der Saprolegnieen aus einander erzogen habe, und dass sie alle, die ersten, wie die letzten, voll von Cellulinkörnern, waren.

Die Zugehörigkeit der Cellulinkörner zu den Saprolegnieen halte ich daher auch auf diesem Wege für erwiesen, und diejenigen, die einige Kenntniss von den Formen und Bildungen haben, auf die es hier ankömmt, werden jetzt begreifen, woher in den sogenannten Experimenten von Herrn Zopf[1]), dessen vermeintliche grosse und kleine Amöben in den Oogonien und in den Schläuchen herstammen.

Erklärung der Abbildungen.

Bei der Ausführung der Figuren der vorliegenden Tafel hat mir mein Assistent Herr Cand. philos. Paul Richter vorzügliche Dienste geleistet.

Fig. 1—9 gehören zu *Apodya lactea*. Die Cellulinkörner sind hier und da mit a bezeichnet.

Fig. 1 ca. 150-fach; Fig. 3, 300-fach; Fig. 8—9, 530-fach und Fig. 2, 4, 6, 7 sind 740-fach vergrössert.

Fig. 6 sprossendes Cellulinkorn von *Apodya lactea.*

Fig. 9 zeigt ein Stück eines Gliedes von *Apodya* mit Jod in Jodkalium behandelt; das Cellulinkorn ist ungefärbt.

Fig. 10—20 gehören zu *Achlya colorata* und sind sämmtlich bei derselben Vergrösserung, bei 530/1 gezeichnet.

Fig. 10. Stück von der Basis eines alten Schlauches mit einem grossen Haufen von Cellulinkörnern; die sprossenden Cellulinkörner sind mit a bezeichnet.

---

[1]) Siehe dessen bereits citirte Thesen.

Fig. 11—13 zeigen kleinere, aus Sprossung hervorgegangene Zwillinge und Gruppen von Cellulinkörnern in den Schläuchen und ausserhalb derselben, auch isolirte Körner.

Fig. 14. Stück aus einem sehr alten *Achlya*-Schlauche mit einigen geschichteten Cellulinkörnern, von denen das eine — bei a — gemeinsam mit einigen ungeschichteten mit der quellenden Membran des Schlauches verwächst.

Fig. 15. *Achlya colorata* mit normalen Sexualorganen im Beginne der Befruchtungsperiode. Man sieht im glashellen und homogenen Periplasma zwischen den Oosphären und der Oogonienmembran eine Anzahl niedergeschlagene Cellulinkörner (c. c. c); ebenso sieht man im Schlauche, der das Oogonium trägt, einige einzelne Cellulinkörner und zwei kleine Gruppen derselben (b. b. b.); in beiden Antheridien, die eben Befruchtungsschläuche an die Oosphären herangetrieben haben, sind im feinkörnigen Protoplasma ausser den dunkelrandigen fettartigen Tropfen, noch besondere, distincte, farblose, wohl umschriebene, kleine Protoplasmabildungen zu unterscheiden; diese sind die hier noch unbeweglichen Spermamöben, die ihre amöboiden Bewegungen erst auszuführen beginnen, sobald durch weitere Einwanderung des Plasmas in die Befruchtungsschläuche mehr Raum gewonnen ist.

Fig. 16. Ein Oogonium von *Achlya colorata*, dessen Periplasma in seiner Totalität in Cellulinkörner sich umgebildet hat; dies geschieht namentlich häufig, wenn, wie hier, anstatt vieler eine einzige grosse Oospore angelegt wird.

Fig. 17. Das Oogonium der Fig. 16 unmittelbar, nachdem Chlorzinkjodlösung hinzugefügt wurde; sämmtliche Cellulinkörner haben sich augenblicklich gelöst.

Fig. 18. Spitze eines älteren *Achlya*-Zweiges, aus welchem die Cellulinkörner herausgedrückt sind, mit Jod in Jodkalium behandelt; die Cellulinkörner sind nicht gefärbt.

Fig. 19. Stück eines *Achlya*-Schlauches mit Gruppen von Cellulinkörnern, welches 2 Monate im Millon'schen Reagens lag; die Cellulinkörner sind ungefärbt.

Fig. 20. Stück eines *Achlya*-Schlauches mit einer Gruppe von Cellulinkörnern, die in Verquellung begriffen sind. Der Schlauch, nachdem er 1 Monat in absolutem Alcohol lag mit Carmin-Ammoniak behandelt. Die Cellulinkörner sind absolut intact und farblos geblieben.

Sitzung vom 27. Juli 1883.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Wettstein, Richard von, Eleve des pflanzenphys. Instituts der Universität Wien, Türkenstr. 3.

Fünfstück, Moritz, in Berlin W., Potsdamerstr. 56, II.

Salfeld, E., Apotheker in Hannover, Königstrasse.

Brandes, Apotheker in Hannover.

Zum ausserordentlichen Mitgliede wird proklamirt:

Herr **Schaarschmidt,** Dr. **Jul.,** Assistent am botanischen Institut der Universität Klausenburg.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Dr. **Eugen Askenasy,** ausserordentl. Professor der Botanik in Heidelberg, Bergheimerstr. 18 (durch Pfitzer und Koch).

Dr. **F. Kohl,** Leipzig, Erdmannstr. 15, I. (durch Wortmann und Arthur Meyer).

Dr. **Bengt Jönsson,** Docent der Botanik in Lund (Schweden), z. Z. in Berlin, Pflanzenphys. Institut der königl. landwirthschaftl. Hochschule (durch Frank und Tschirch).

Dr. **Engelmann** in St. Louis, Amerika (durch Eichler und Pringsheim).

Als ausserordentliches Mitglied ist vorgeschlagen:

Herr **Karl Jordan,** stud. phil., Berlin S., Tempelherrenstr. 3, II. (durch Westermaier und Potonié).

Mitgliederliste (Fortsetzung).

Krabbe, G., Dr., in Berlin, botan. Institut, z. Z. Osnabrück, Kamp Nr. 10.

Schulz, Paul, Dr., in Berlin SO., Wrangelstr. 46.

Fünfstück, Moritz, in Berlin W., Potsdamerstr. 56, II.

Bornemann, J. G., Dr., in Eisenach.

Peckoldt, Theod., Dr., Kaiserl. Hofapotheker in Rio de Janeiro.

Peckoldt, Gust., in Rio de Janeiro.

General-Versammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft

am 17. September 1883 in Freiburg im Breisgau.

Laut Beschluss der constituirenden Versammlung der Gesellschaft in Eisenach vom 19. September 1882 findet die diesjährige

Erste General-Versammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft

einen Tag vor Beginn der diesjährigen Naturforscherversammlung

am 17. September, Vormittags 10 Uhr, in Freiburg im Breisgau

statt.

Indem wir diesen Beschluss der vorjährigen Versammlung bei unseren Mitgliedern in Erinnerung bringen, beehren wir uns, dieselben gleichzeitig hierdurch zur Theilnahme an der Generalversammlung einzuladen.

Das Local unserer Berathungen und Sitzungen in Freiburg konnte bisher noch nicht definitiv bestimmt werden. Die Mitglieder, welche an der Versammlung Theil nehmen wollen, werden daher ersucht, die betreffenden Mittheilungen hierüber nach ihrer Ankunft in Freiburg im Bureau der Naturforscherversammlung daselbst einzuholen.

Bezüglich der Tagesordnung verweisen wir auf § 15 unseres Reglements (Berichte der deutsch. botan. Gesellsch., S. 19), und verfehlen nicht, die Herren Mitglieder, welche geschäftliche Anträge stellen oder wissenschaftliche Mittheilungen machen wollen, auf die Bestimmungen unter *d*, *e*, *f* und *g* dieses Paragraphen noch besonders aufmerksam zu machen.

Von Anträgen, welche einen Beschluss der Gesellschaft durch Abstimmung bedürfen und zur Verhandlung in der diesjährigen Generalversammlung gelangen werden, liegen bereits die nachfolgend angeführten vor, die wir conform der Bestimmung des § 15 Absatz *e* unseres Reglements hierdurch zur Kenntniss der Mitglieder bringen:

1. Antrag des Vorstandes auf Genehmigung des von demselben im Auftrage der constituirenden Versammlung entworfenen Reglements für die Geschäftsführung (S. 17 bis 22 der Berichte), nach welchem bisher verfahren worden ist. Wie im vorigen Jahre in Eisenach bestimmt wurde, unterliegt dasselbe noch der Genehmigung durch die Generalversammlung in Freiburg im Breisgau.

2. Anträge von Mitgliedern der Commission für die Flora von Deutschland, deren Wortlaut wir hier unten (Anlage I) zum Abdruck bringen.
3. Antrag des Vorstandes, die Gesellschaft wolle beschliessen, weder eine Bibliothek, noch Sammlungen anzulegen.
4. Ein motivirter Antrag zur Ernennung von Ehrenmitgliedern und correspondirenden Mitgliedern, unterzeichnet von der statutenmässig erforderlichen Anzahl von Mitgliedern.

Für den Vorstand:

Pringsheim. Schwendener.

Anlage I.

Anträge von Mitgliedern der Commission für die Flora von Deutschland.

A. Antrag des Herrn Ascherson, den nachfolgenden Statuten-Entwurf der Generalversammlung zur Genehmigung vorzulegen:

Statut
der Commission für die Flora von Deutschland.

1. Unter „Flora von Deutschland“ soll verstanden werden die Flora
   a) des Deutschen Reiches,
   b) der österreichischen Kronländer in dem Umfange, in welchem sie in Koch's Synopsis berücksichtigt sind,
   c) der Schweiz,
   d) des Grossherzogthums Luxemburg.
2. Die Commission besteht aus fünf Mitgliedern, von welchen mindestens eins in Berlin seinen Wohnsitz haben muss und welche jährlich in der Generalversammlung gewählt werden. Die Leitung der Geschäfte übernimmt ein von den Mitgliedern gewählter Obmann.
3. Der Commission treten eine grössere Anzahl (etwa 16—25) Mitarbeiter zur Seite, bei deren Auswahl auf thunlichste Vertretung der Einzelgebiete zu achten ist. Die Gesammtheit der Mitarbeiter, welche zunächst auf fünf Jahre von den in Freiburg zu wählenden fünf Mitgliedern („engere Commission“) cooptirt werden, mit Einschluss der engeren Commission führt die Bezeichnung „Erweiterte Commission“.
4. Die Commission betrachtet es als ihre nächste Aufgabe, eine kritische Aufzählung der deutschen Flora mit Angabe der wichtigsten Fundorte, etwa nach Art von Nyman's „Conspectus Florae Europaeae“, herzustellen.

5. Als unerlässliche Vorarbeiten für diese Aufzählung sind in Angriff zu nehmen:
   a) Ein Repertorium aller auf die deutsche Flora bezüglichen Schriften, in dreifacher Anordnung
      α) nach den alphabetisch geordneten Namen der Schriftsteller,
      β) nach den geographisch geordneten Gebieten,
      γ) nach den systematisch geordneten Pflanzenarten.
   b) Die Herausgabe eines Werkes, in welchem, nach Art von Neilreich's Nachträgen zu Maly's „Enumeratio Florae austriacae“, alle wichtigen Thatsachen, die nicht
      α) in der 14. Auflage von Garcke's „Flora von Deutschland“ oder
      β) in der zweiten Auflage von Willkomm's „Führer in's Reich der Pflanzen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz“ oder
      γ) in der Ed. II von Koch's „Synopsis Florae Germanicae et Helveticae“ oder
      δ) in Neilreich's oben citirten Nachträgen
   aufgeführt sind, in systematischer Anordnung zu verzeichnen sind.
6. Die Mitglieder der erweiterten Commission übernehmen es, für die bezeichneten Aufgaben das auf ihr Gebiet bezügliche Material zu sammeln. Für die Anordnung und Redaction desselben durch geeignete Kräfte hat die engere Commission Sorge zu tragen.
7. Der Obmann der Commission ist der Gesellschaft für die Verwendung der aus Gesellschafts-Mitteln bewilligten Geldbeträge verantwortlich.

B. Antrag der Herren Buchenau und v. Uechtritz: Die deutsche botanische Gesellschaft wolle ein Centralherbarium der deutschen Flora und eine dazu gehörige Bibliothek als Gesellschafts-Eigenthum anlegen.

31. Juli 1883.

Die vorliegenden Anträge sind nach längeren Verhandlungen in der hier eingebrachten Form erst am 1. August beim Vorstande eingegangen. Es blieb daher nicht die Zeit, dieselben vor ihrer Veröffentlichung in den Sitzungsberichten, welche statutarisch im August-Heft der Berichte erfolgen musste, den Mitgliedern des Ausschusses zur Begutachtung vorzulegen. Wir ersuchen daher die Herren Ausschussmitglieder, ihre eventuellen Gutachten über die Anträge bis zum 17. September schriftlich an den Präsidenten einzusenden, um dieselben bei der Berathung in der Generalversammlung vorlegen zu können.

Der Vorstand.

Mittheilungen.

42. I. Urban: Ueber die morphologische Bedeutung der Stacheln bei den Aurantieen.

(Mit Tafel VIII.)

Eingegangen am 27. Juni 1883.

Bei den Arten mehrerer Aurantieen-Gattungen finden sich mehr oder weniger genau in den Achseln der Laubblätter bald 1 bald 2 Stacheln, neben oder zwischen denen die ruhende oder zum Laubzweig auswachsende Knospe sitzt. Das Vorhandensein der einzeln auftretenden Stacheln ist bald für die ganze Gattung konstant, bald bei den Formen derselben Art variabel; die paarig vorkommenden sind selten und für die betreffenden Arten charakteristisch. Bisher wurden diese Gebilde ganz ausnahmslos als metamorphosirte Achselsprosse angesehen, trotzdem an ihnen irgend welche Blattbildung, welche sonst an Kaulom-Stacheln regelmässig oder ausnahmsweise beobachtet werden kann, niemals vorkommt. So sagt ENDLICHER[1]) in der Familiendiagnose der Aurantiaceen: „Arbores v. frutices .... ramis axillaribus haud raro in spinas rectas v. uncinatas mutatis armati“, BAILLON[2]) von *Limonia (Glycosmis) cochinchinensis* „leurs rameaux sont souvent transformés en épines“; DELBROUCK[3]), welcher zuletzt und am ausführlichsten über Pflanzen-Stacheln gearbeitet hat, äussert sich folgendermaassen: „Viel ausgeprägter finden wir die (Kaulom-) Stachelbildung bei *Citrus vulgaris*. An den Jahres-Trieben sah ich keine einzige Achselknospe, die nicht auf die eine oder andere Art degenerirt gewesen wäre. Die in Dauergewebe verwandelte Vegetations-Spitze bildete bei einigen einen Stachel, bei anderen eine flache Kuppe. Im einen wie im anderen Falle entsteht der neue Spross aus einer Achsel-Knospe zweiter Ordnung“.

Es lässt sich nun auf das Bestimmteste nachweisen, dass die Stacheln bei allen Aurantieen durch Umwandlung eines der beiden (oder der zwei) untersten Blätter des primären Achselsprosses entstehen. Zu

---

1) Endl. Gen. Plant. p. 1043.

2) Baill. Hist. des Plant. IV. 399.

3) Delbrouck, die Pflanzen-Stacheln in Hanstein's Botanischen Abhandlungen, Bd. II. (1875) p. 96.

diesem Zwecke wollen wir die im Berliner botanischen Garten kultivirten Arten der Reihe nach einer genaueren Betrachtung unterwerfen und daran diejenigen Species anschliessen, welche nur im getrockneten Zustande vorlagen.

Bei der stets stachellosen *Murraya exotica* L. trägt der Achselspross an der Basis seitlich ein einziges fast warzenförmig verdicktes, kaum mehr als 1 *mm* langes Schüppchen, auf welches weiter oben ohne Uebergangsstufen die gefiederten Laubblätter folgen.

In der Gattung *Citrus* werden neben einstacheligen auch stachellose Formen angetroffen. Zu letzteren gehören die in den Gärten unter dem Namen *C. longifolia*, *C. myrtifolia* kultivirten Formen (Fig. 1, 2). Als reguläre, genau median stehende Achselprodukte, falls sie überhaupt zur Entwickelung gekommen sind, findet man hier Laubzweige, welche an der untersten Basis im Allgemeinen 4 schuppenförmige Niederblätter tragen: 2 transversale und 2 merklich höher abgehende mediane; öfters ist das eine der beiden seitlichen auf eine Schwiele reducirt und führt in der Achsel eine gewöhnlich etwas nach hinten gerückte Knospe, die fast nie zur weiteren Ausbildung gelangt. Noch mehr zeigt sich die Ungleichheit der beiden transversalen Schuppen meist auf einer sehr frühzeitigen Entwickelungsstufe; während die eine nämlich kurz oval, auf dem Rücken oberwärts flaumig behaart, mit einem unbedeutenden Spitzchen versehen, stark eingekrümmt ist und die Knospe fast verhüllt, ist die andere gerade aufgerichtet und fast von der Basis an in eine konisch-pfriemliche kahle Spitze ausgezogen; die letztere zeigt also einen deutlichen Uebergang zum Stachel, aber eben nur in der Jugend, während sie sich später mehr abflacht, dem sich entwickelnden Zweige mehr anlegt und nur noch im Spitzchen eine Andeutung an den Stachel beibehält. — Es giebt aber auch zwischen stachellosen und einstacheligen geradezu intermediäre Formen. Eine aus dem Garten von Veitch unter dem Namen *Citrus Mandarina* bezogene Species trug an demselben Zweige in den Achseln der Blätter Knospen, deren eine transversale Schuppe bald der gegenüberstehenden gleich, bald auch im ausgewachsenen Zustande konisch zugespitzt war und spreizend abstand, bald in einen 1—3 *mm* langen normalen Stachel verwandelt war. — Was nun die bewehrten Formen, z. B. *C. hystrix*, betrifft (Fig. 3, 4), so verhalten sich die Achselprodukte der 1—2 untersten Blätter eines jeden Zweiges ebenso wie die der unbewehrten; gewöhnlich sind sogar die beiden transversalen Blättchen an der Knospe absolut gleich ausgebildet, eingebogen und verdecken die medianen. An den folgenden Blattachseln treten plötzlich die wohlausgebildeten, bis 2 *cm* langen oder noch längeren Stacheln auf, deren seitliche oder wenigstens aus der Mediane gerückte Stellung bei unbefangener Beobachtung sofort in die Augen springen muss. In frühester Jugend mit dem gegenüberliegenden Blättchen genau transversal gestellt, verschiebt der Stachel, dessen Hauptentwickelung nicht blos seitlich, sondern auch nach unten (nach dem Blattstiele zu) stattfindet, die ruhende Knospe seitlich nach oben; man bemerkt in diesem Zustande an der Achselknospe nur 2 Schüppchen: das seitliche und das obere, welche zusammen das untere und die jugendliche Axe der Knospe verhüllen. Sind die Stacheln weniger stark entwickelt, so bleibt auch die Knospe und besonders das dem Stachel gegenüberstehende Blättchen genau in der Transversale stehen.

Es liegt nun die Frage nahe, ob die Verwandelung eines der primären Blättchen in einen Stachel in einem Zusammenhange mit der Blattspirale der relativen Hauptaxe steht. Das ist für die verschiedenen kultivirten *Citrus*-Arten nicht der Fall. Verfolgt man den kurzen Weg der Spirale, so trifft man beim Passiren der Blattachsel an dem einen Zweige zuerst auf den Stachel, dann auf die Knospe, an einem anderen zuerst auf die Knospe, dann auf den Stachel; bisweilen verhält sich der untere Theil des Zweiges wie in ersterem, der obere wie in letzterem Falle oder umgekehrt; ja es begegnen auch Zweige, an denen die grösste Unregelmässigkeit sich vorfindet; so traf ich an einem diesjährigen Triebe bei Blatt I zuerst den Stachel, bei II die Knospe, bei III und IV den Stachel, (kei V war kein Stachel entwickelt), bei VI—VIII den Stachel, bei IX die Knospe, bei X—XII den Stachel.

Bei den Arten der Gattungen *Paramignya* und *Feronia* stellen sich die Stacheln noch mehr als bei *Citrus* in die Mediane von Mutterblatt und Zweig und drängen die primäre Knospe noch weiter nach oben, so dass diese beinahe als serial-oberständige Beiknospe erscheint. Aehnlich verhält sich *Aegle sepiaria* L.; trotzdem die Stacheln bei dieser Gattung eine beträchtliche Grösse (bis 5 *cm* Länge) und Dicke erreichen und ziemlich genau die Blattachsel occupiren, verbleibt die eigentliche Achselknospe, wenn auch sehr hoch, bis fast in die Achsel des Stachels gerückt, doch ganz deutlich in ihrer seitlichen Stellung links oder rechts vom Stachel.

Bei den besprochenen Aurantieen wurde die morphologische Deutung der Stacheln dadurch erschwert, dass bei normaler Ausbildung derselben die Achselknospe mehr oder weniger nach aufwärts geschoben wird, und das dem Stachel korrespondirende Blättchen der Knospe wegen seines minutiösen Umfanges und seiner eingebogenen Stellung wenig in die Augen fällt. Viel klarer ist das Verhältniss der beiden primären seitlichen Organe (Schuppe und Stachel) des Achselsprosses bei den bewehrten Arten der Gattung *Atalantia*. Eine unstreitig hierher gehörende, aber wegen Mangels von Blüthen nicht näher bestimmbare, unter dem Namen *Sclerostylis atalantioides* kultivirte Art des Berliner botanischen Gartens zeigt folgendes Verhalten (Fig. 5, 6): An der Basis eines diesjährigen, ziemlich genau in der Mediane von Mutterblatt und Abstammungsaxe stehenden Sprosses befindet sich an der einen Seite ein 0,5 bis 1 *cm* langer, gerade gestreckter, seitlich gerichteter Stachel, an der anderen ein c. 2 *mm* langes, linealisches, oberwärts nach auswärts gekrümmtes Blättchen; auf diese transversal gestellten untersten Gebilde folgt die spiralige Blattstellung, zuerst mit einem ebensolchen Schüppchen, dann mit einem minutiösen, endlich mit völlig entwickelten Laubblättern; die Achseln jener sind steril, diese tragen deutliche Knöspchen, und zwar führen die untersten auf der einen Seite ein Schüppchen von der beschriebenen Form und Richtung, auf der andern ein viel kleineres, eingebogenes, der ruhenden Knospe dicht anliegendes Blättchen (Fig. 5); in den Achseln der folgenden Blätter hat sich dies letztere dann meist plötzlich in jenen Stachel verwandelt (Fig. 6). Auch hier erscheint der Stachel bei voller Entwickelung etwas tiefer inserirt als die Knospe und drängt dieselbe ebenfalls unmerklich zur Seite. Aus der Stellung des dritten seitlich nach hinten fallenden Schuppenblattes des Achselsprosses ergiebt sich mit Sicherheit, dass nicht das erste, sondern das zweite Blatt des Sprosses metamorphosirt ist. Verfolgt man bei dieser Art die Blattspirale nach dem kurzen Wege, so kommt man beim Passiren der Blattachseln immer zunächst zu dem bogig zurückgekrümmten Schüppchen und dann erst zu dem Stachel. — Die übrigen Arten dieser Gattung, welche nur im getrockneten Zustande vorlagen, bieten zum Theil die lehrreichsten Uebergänge von Blättern zu Stacheln. Bei *Atalantia Zeylanica* Oliv. ist die Achsel des untersten Blattes eines jeden Zweiges steril; über der Insertion der folgenden Blätter, mag nun das Achselprodukt ein Laubspross oder ein Blüthenstand sein, sitzt an der einen Seite ein kräftiger, bis 3 *cm* langer Stachel, an der anderen ein die Laubblätter in Form und Nervatur genau kopirendes, aber nur 5 *mm* langes Blättchen (Fig. 7); in einem Falle (mitten am Zweige) war der Stachel nicht zur Ausbildung gelangt; statt seiner befand sich an der Basis der Inflorescenz ein getreues Spiegelbild des gegenüberstehenden Blättchens. — Bei *Atalantia (Sclerostylis) buxifolia* Benth. ist die dem Stachel opponirte Schuppe wieder sehr minutiös, linealisch und kaum 1 *mm* lang. — Besonders interessant ist *Atalantia monophylla* Corr., weil die Umwandlung der untersten Schuppen der Achselsprosse gewöhnlich auf einer intermediären Stufe stehen bleibt (Fig. 8). Hier finden sich über der Blattachsel zwei opponirte, gewöhnlich etwas ungleich stark ausgebildete Blättchen von 2 – 5 *mm* Länge, die bei ihrer Starrheit schon deutlich einen stachelähnlichen Charakter zeigen, sich von den ächten Stacheln aber dadurch unterscheiden, dass sie plattgedrückt oder wenigstens auf der Innenseite abgeflacht und an der Spitze gewöhnlich stumpflich sind; an anderen Zweigen desselben Exemplars findet man öfters eins der Blättchen in einen kräftigen bis 5 *mm* langen Stachel verwandelt. Es muss hier ausdrücklich hervorgehoben werden, dass, wie in allen anderen vorher besprochenen Fällen, so auch bei *Atalantia* die Ausbildung (Grösse, Form und Richtung) der Blättchen resp. Stacheln davon ganz und gar unabhängig ist, ob die Achselknospe sich zu einem Zweige entwickelt oder als schlafendes Auge kaum sichtbar bleibt.

Denkt man sich bei *Atalantia monophylla* beide primären Blättchen des Achselsprosses stachelich verdickt, so erhält man ohne weiteres die mit zwei Stacheln in den Blattachseln ausgerüstete *Triphasia trifoliata DC.* Ein diesjähriger Zweig trägt an der Basis in der Achsel des Mutterblattes zwei ziemlich gleich grosse, 4—8 *mm* lange, durchschnittlich unter einem rechten Winkel divergirende Stacheln; auf diese folgen einige wenige schwer wahrzunehmende basale Schüppchen, darauf die gedreiten Laubblätter, welche an den Seitenzweigen sich in der Horizontalen ausbreiten. Die 1—2 untersten Laubblätter führen ruhende Knospen mit dicht anliegenden, undeutlichen Schüppchen; hier und da haben sich aber die beiden transversalen Schüppchen aufgerichtet und warzenförmig verdickt oder gar in kleine Stacheln verlängert; in den Achseln der folgenden Blätter stehen endlich die normalen Stacheln, zwischen welchen die ruhende Knospe durch ein schräg nach hinten fallendes Schüppchen markirt wird.

Würde *Triphasia* allein studirt oder überhaupt zum Vergleiche herangezogen worden sein, so hätte man unmöglich dazu gelangen können, in ihren Stacheln verwandelte Achselsprosse zu erkennen; nur die ganz einseitige Betrachtung der stark bewehrten *Citrus*-Formen konnte zu jener irrthümlichen Auffassung führen: wieder ein Beweis, dass das Herausgreifen einer oder weniger Formen aus einer verwandtschaftlich zusammengehörigen Gruppe, selbst wenn man, wie es DELBROUCK gethan hat, die Entwickelungsgeschichte zu Hülfe nimmt, ganz falsche Resultate ergeben kann, wenn nicht das vergleichende Studium möglichst zahlreicher Arten die morphologische Deutung kontrollirt. Bei oberflächlicher Betrachtung von *Triphasia* hätte man vielmehr glauben können, die Stacheln seien verwandelte Nebenblätter der Blätter der relativen Hauptaxe, wozu die Stellung einigermassen berechtigt. Allein die Rutaceen, zu welchen BENTHAM und HOOKER, wie auch ENGLER die Aurantieen als Tribus rechnen, besitzen niemals Stipulae, auch *Peganum* nicht, welche Gattung nach den beiden erstgenannten Autoren[1]) ganz allein mit Nebenblättern ausgestattet sein soll und von ENGLER[2]) sowohl aus diesem Grunde als wegen des Fehlens der pelluciden Punktirung der Blätter und der Verwachsung der Karpelle von den Rutaceen entfernt und zu den Zygophyllaceen gebracht wird. Man erkennt den wahren Charakter der sogenannten Stipulae z. B. von *Peganum Harmala* am leichtesten, wenn man einen diesjährigen Zweig dicht an der Basis vom Wurzelstock abreisst und die Ausbildung

---

1) Benth. et Hook. Gen. Plant. I. 279.

2) Engl. Stud. über die Verwandtschaftsverhältnisse der Rutaceae etc. in Abh. der Naturf.-Gesellsch. zu Halle. XIII. 2. p. 16.

der Blätter der Reihe nach von unten nach oben verfolgt (Fig. 10 bis 18). Sämmtliche Blätter sind ungestielt, mit breiter Basis sitzend, die untersten schuppig und ungetheilt, die nächsten an der abgestutzten Vorderseite gezähnt oder eingeschnitten, die folgenden bis über die Mitte handförmig gespalten und am äusseren Rande in ungleicher Höhe und in ungleich starker Ausbildung ein oder mehrere pfriemliche Zähnchen führend, von denen aber keines bis zur Basis hinabrückt, die übrigen endlich bis zur Basis handförmig getheilt. Die Segmente sind wiederum bis fast zum Mittelnerven zerschlitzt und zwar die innersten am stärksten, die äusseren weniger, die äussersten sind meist ganz ungetheilt. Diese letzteren nun haben, je nachdem die Theilung gerade vor sich gegangen ist, bald einen pfriemlichen Umriss, bald gleichen sie den Zipfeln der übrigen Segmente, gewöhnlich sind sie zu einem, bisweilen aber auch zu zweien vorhanden, selten auf beiden Seiten der Blätter gleichmässig entwickelt; fast immer, besonders auffällig aber an den aufeinanderfolgenden Blättern, sind sie von sehr ungleicher Länge, Form und Consistenz; ja sie gehen nicht einmal immer an der Basis ab und können selbst in ihrer nebenblattähnlichen Ausbildung an der einen Seite ganz fehlen: alles Eigenschaften, welche man bei ächten Nebenblättern nicht beobachtet. Dazu kommt, dass Zipfel ganz gleicher Form und Grösse auch zwischen den primären Segmenten an ihrer Basis auftreten. Es ergiebt sich daraus mit Sicherheit, dass die sogenannten Nebenblätter bei *Peganum* nichts anderes als die äussersten Zipfel des handförmig getheilten Blattes sind.

Viel eher als jene Zipfel bei *Peganum* könnte man die Dornen bei gewissen Arten von *Zanthoxylum*, welche Gattung ebenfalls zu den Rutaceen gerechnet wird, für umgewandelte Nebenblätter ansehen, vorausgesetzt, dass man von ihrer Natur als Oberhautgebilde gänzlich abstrahirte. Die Anordnung dieser Dornen zu beiden Seiten der Blattinsertion ist bei mehreren Arten wirklich frappant. Während dieselben bei *Z. aromaticum* W., *brachyacanthum* F. Müll., *myriacanthum* Wall., *Rhetsa* Roxb., *tetraspermum* W. et Arn. ohne jede Ordnung aus der Axe und meist auch in schwächerer Ausbildung aus dem Mittelnerven der gefiederten Blätter abgehen, treten sie bei *Z. acanthopodium* DC. mit Vorliebe zu beiden Seiten des Blattstieles an derjenigen Stelle auf, wo bei anderen Familien die Nebenblätter sitzen; bei *Z. alatum* Roxb., *Z. fraxineum* W., *Z. piperitum* DC. finden sie sich aber nur und zwar konstant an diesem Orte.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1, 2. Zweigtheile von *Citrus longifolia* (3 : 1); die Kreise oder Halbkreise bedeuten, wie in den folgenden Figuren, die Narben der abgeschnittenen Blätter.
Fig. 3, 4. Zweigtheile von *Citrus hystrix* (2 : 1), 3 mit der Narbe des untersten Blattes.
Fig. 5, 6 von *Atalantia* spec. indef. (3 : 1), 5 mit der Narbe des untersten Blattes.
Fig. 7 von *Atalantia ceylanica* (1 : 1) mit angedeutetem Laubblatt (L), Achselspross (A), Stachel, letzterem gegenüberstehenden ovalen Blättchen (N) und einem weiteren basalen Schüppchen.
Fig. 8 von *Atalantia monophylla* (3 : 1) mit den beiden etwas ungleichen stachelähnlichen, basalen Blättchen an der ruhenden Knospe.
Fig. 9 von *Triphasia trifoliata* (3 : 1).
Eig. 10—18. Blätter von *Peganum Harmala* (in natürlicher Grösse), die ersteren von dem untersten Stengeltheile, die letzteren von dem mittleren; 18 mit abgeschnittenen Zipfeln.

43. W. Zopf: Weitere Stützen für meine Theorie von der Inconstanz der Spaltalgen (Phycochromaceen).

(Mit Tafel IX.)

Eingegangen am 17. Juli 1883.

I. Tolipothrix amphibica Zopf.

Die Pflanze trat mir in einer Cultur entgegen, in welcher ein *Hypnum*-artiges Moos erzogen wurde. Sie fand sich anfangs nur zwischen dem Protonema des Mooses in grossen Mengen durch einander wachsender, verzweigter Fäden. Später wanderten gewisse Zustände nach der Oberfläche des Wassers, wo sie theils eine kahmhautartige, die ganze Cultur überziehende, continuirliche Decke bildeten, theils sich an die Glaswand des Gefässes anlegten, um auch hier schliesslich eine Haut darzustellen. Wir haben also bei dieser Alge eine wasserbewohnende Form und eine an der Oberfläche des Wassers vegetirende Luftform zu unterscheiden.

Die Wasserform der Alge wird repräsentirt durch einen fädigen Entwickelungszustand, der sich morphologisch dem *Tolypothrix*-artigen Typus anschliesst (Fig. 1). Anfangs sind die Fäden unverzweigt. Sie bestehen aus längeren Stäbchen, welche sich in kürzere theilen, bis diese endlich durch nochmalige Theilung in etwa isodiametrische Zellen gegliedert werden. Der Inhalt der längeren, wie der kürzeren Zellen zeigt keinerlei bemerkenswerthe Eigenschaften. Unter Umständen erlangen die bald geraden, bald unregelmässig gekrümmten, bisweilen mit schwach spiraligen Windungen (Fig. 2) versehenen Fäden eine relativ bedeutende Länge, oft über 1 *cm*, während ihre geringe Breite zwischen 4—6 Mikrom. schwankte. Umhüllt sind die Fäden von einer deutlichen Scheide (Fig. 1). Eine Differenzirung in gewöhnliche, vegetativ bleibende Zellen und in Heterocysten kam an den zahlreichen Fäden, die der Beobachtung unterworfen wurden, niemals vor.

Innerhalb der Scheide erfolgt in der Regel eine Fragmentirung des Fadens in der Weise, dass an einer beliebigen Stelle des letzteren eine Querwand sich in zwei Lamellen differenzirt und diese sich nun gegeneinander abrunden. Die Fadenfragmente (Hormogonien) treten nach oben oder nach unten hin aus der Scheide aus (Fig. 1 h). Unterbleibt das Austreten und selbst das Auseinanderrücken der Fragmente, so wächst in Folge intercalarer Theilungen der Zellen das eine Fragment an dem andern vorbei, die Scheide durchbrechend und nun einen Pseudozweig bildend nach *Tolypothrix*-Art. Oft sieht man sehr lange Fäden mit nur einem einzigen Zweig versehen. Reichliche Verzweigung, wie sie bei verwandten Formen so häufig, scheint niemals vorzukommen.

Luftform.

Ungleich wichtiger als die vorstehende Characteristik der Wasserform, die nur den Zweck der Wiedererkennung der Pflanze im Auge hat, sind die Vorgänge, welche zur Bildung der als Luftform auftretenden Chroococcaceenform führen.

Sie entwickelt sich aus den Fadenfragmenten (Hormogonien). Diese Fadenstücke besitzen, wie gewöhnlich, eine sehr ungleiche Länge, manche bestehen nur aus 3 Zellen, manche aus mehreren oder vielen (oft 20—30 und wohl noch mehr) (Fig. 1 h; 3). Ein jeder Faden vermag bei der relativ grossen Länge und der fortgesetzten Theilungsfähigkeit der Zellen des in der Scheide zurückbleibenden Theils eine ganze Anzahl von Fragmenten zu produciren, und da meine Cultur die Fäden in grossen Massen enthielt, so mussten zahllose Hormogonien zur Ausbildung kommen.

Diese Fragmente blieben nun zu einem kleineren Theile im Wasser und schmiegten sich den Protonemazweigen des erwähnten Mooses an, dieselben stellenweis fast dicht umkleidend; zum überwiegend grösseren Theile aber wanderten sie an die Oberfläche des Wassers. Hier lagerten sie sich dicht zusammen und zwar meist in paralleler Richtung und bildeten durch Verkleben ihrer äusserst dünnen Gallerthülle eine ganz continuirliche, fettartig glänzende Haut, die dem äusseren Ansehen nach eher einer Spaltpilzkahmhaut, denn einer Algenmasse ähnlich sah. Anfangs war diese continuirliche Decke äusserst dünn, im Laufe eines halben Jahres aber verdickte sie sich bis zu $\frac{2}{3}$ *mm*. Man hätte vermuthen können, dass auch die oben beschriebenen fädigen Stadien im Laufe der Zeit nach oben wandern und sich an der Hautbildung betheiligen würden, allein die Decke war und blieb die reinste Hormogonienmasse.

Höchst interessant ist nun die einfache Art und Weise, wie sich die Hormogonien in steter unmittelbarster Berührung mit der Luft weiter entwickeln.

Es sind dabei folgende Punkte hervorzuheben:

1. Unmittelbar nach der Befreiung des Hormogoniums aus der Scheide zeigen die in der Regel isodiametrischen Glieder noch vollkommen die ursprüngliche Cylindergestalt, wie sie in Fig. 1h dargestellt ist.

2. Einige Zeit nach ihrem Freiwerden aber (24—48 Stunden) lassen diese Glieder schon eine nicht unwesentliche Formveränderung erkennen. Sie erscheinen jetzt nämlich deutlich bauchig und bilden zusammen einen zierlichen Rosenkranz (Figg. 3, 4). Man kann diese Gestaltveränderung selbst bei Cultur im hängenden Tropfen oder unter dem Deckglas verfolgen.

3. Im Laufe der weiteren Cultur wird die Gestalt der Glieder noch weiter verändert, indem sie eine neue, auf der ursprünglichen senkrecht stehende Wachsthumsrichtung einschlagen, d. h. sich quer zur Längsachse des Fragments strecken und zwar bis zu dem Grade, dass die Glieder schliesslich das doppelte der ursprünglichen Breite erreichen und so das Hormogonium nicht mehr als drehrunder Faden, sondern als Band erscheint (Fig. 5).

4. Die Querstreckung hält nicht immer in allen Gliedern desselben Hormogons gleichen Schritt, namentlich an längeren, vielzelligen Fragmenten ist dieselbe häufig auf verschiedene Punkte lokalisirt, die Hormogonien zeigen natürlich in diesem Falle ungleiche Breite der verschiedenen Regionen (Figg. 5, 6). Namentlich häufig sind es die terminalen Glieder, welche bei der Querstreckung zurückbleiben. Sie sterben dann bisweilen ganz ab, verlieren ihren Inhalt und bleiben als farblose Heterocysten (Fig. 5H) mit zarter Membran der Hormogonie anhängend. Bald wandelte sich nur die eine bald beide Endzellen zu solchen sterilen Gliedern um. Während also in den ursprünglichen Fäden der *Tolypothrix* Heterocystenbildung nicht erfolgt, erscheint sie an den Hormogonien deutlich ausgeprägt.

5. Haben die Glieder der Hormogonien durch Querstreckung ganz oder nahezu das Doppelte der ursprünglichen Breite erreicht, so gehen sie Längstheilung durch eine mediane Wand ein (Fig. 5a, 6a), wodurch das Hormogonium in seiner ganzen Ausdehnung, oder an einem oder mehreren Punkten zweireihig erscheint, eine Zellfläche darstellend. Die Theilstücke erscheinen wieder etwa isodiametrisch.
6. Später strecken sich die Theilglieder wiederum quer zur Längsachse des Hormogoniums, aber diesmal in einer auf der vorigen senkrechten Richtung, um sich dann wiederum durch eine mediane Längswand zu theilen. Auf diesem Wege wird also die Zellfläche des Hormogons zu einem vierkantigen Zellkörper (Fig. 7 bei c).
7. Man findet häufig Hormogonien, welche an der einen Stelle noch auf dem Stadium des Zellfadens verharren (Fig. 7 a), an einer anderen Stelle wenigstens zur Flächenbildung vorgeschritten (Fig. 7 b) und an einer dritten bereits zur Bildung der Körperform gelangt sind (Fig. 7 c).
8. Die Streckung und Theilung nach dem bisherigen Modus ging aber in den körperlichen vierreihigen Colonieen noch viel weiter, theils gleichmässig an allen Stellen der Colonie, theils in lokalisirter Form. So kamen relativ grosse, meistens unregelmässige Zellkomplexe zu Stande (Fig. 8, 9).
9. Die Theilzellen, sowohl der Flächen- als der Körperform, zeigen stets die Tendenz sich gegeneinander etwas abzurunden (Fig. 8 d; Fig. 9). Hiermit hängt der Umstand zusammen, dass die bezüglich des Theilungsgrades gleich oder verschieden weit vorgeschrittenen Stellen des ursprünglichen Hormogons eine Lockerung ihres Verbandes erfahren und mechanische Eingriffe (starke Erschütterungen, Präparation) leicht eine Lösung desselben hervorrufen.
10. Die Theilzellen der Colonieen vergallerten ihre Membran, jedoch nicht in auffallendem Grade.
11. Sie verändern normaler Weise allmählich ihre Färbung, indem die deutlich blaugrüne Farbe der noch einfachen Hormogonien einen etwas mehr ins Grüne hineingehenden Ton erhält[1]). (Abnorm gewordene Colonieen erhalten einen dunkel blaugrünen Ton.)

Die soeben characterisirten, aus den Gliedern der schlank cylindrischen Hormogonien durch Theilungen nach allen drei Richtungen des Raumes entstandenen Zellkomplexe machen auf den ersten Blick den Eindruck einer Chroococcaceen-artigen Bildung und zwar zeigen sie Anklänge an *Chroococcus*-Haufen, zumal wenn sie bereits massig und

---

1) In der Figur ist dieser Farbenton nicht besonders hervorgehoben.

unregelmässig geworden sind. Meine Bemühungen, zu ermitteln, ob diese Entwickelungsform bereits beschrieben sei und unter welchem Namen, haben zu keinem sicherem Resultate geführt.

Hält man den Ausgangs- und Endpunkt der Entwickelung — das *Tolypothrix*-Stadium und das Chroococcaceen-Stadium, wie ich es nennen will — unter Hinwegdenkung aller Zwischenformen neben einander, so sollte man kaum glauben, dass Beide in der That Entwickelungsformen ein und derselben Pflanze darstellen.

In dem Maasse, als die *Chroococcus*-ähnlichen Colonieen zahlreicher und massiger wurden, trat in der Cultur die *Tolypothrix*-Form zurück, um schliesslich gänzlich zu verschwinden. Auch die Form der noch einfachen Hormogonien verschwindet endlich vom Schauplatz der Entwickelung und es bleibt nunmehr nichts übrig, als die Chroococcaceen-Form. Hätte ich zufällig die Cultur erst in diesem Stadium untersucht, ohne die vorausgehenden Entwickelungsphasen studirt zu haben, so würde sich offenbar zunächst gar kein Anhaltspunkt haben finden lassen, wohin die Colonieen wohl genetisch gehören möchten.

Besonders hervorgehoben zu werden verdient der Umstand, dass die Entwickelung der Pflanze bis zur massigen Ausbildung der Chroococcaceen-Form äusserst langsam vorschreitet. Sie brauchte in meiner Cultur 1½ Jahr. Eine ähnliche Langsamkeit bezüglich der Formveränderung der Entwickelungsstadien habe ich noch bei manchen anderen Phycochromaceen in den Culturen zu beobachten Gelegenheit gehabt und glaube, dass die meisten Arten der Gruppe sich in dieser Beziehung unserer Pflanze anschliessen werden.

Man darf sich durch die Langwierigkeit solcher Culturen nicht abschrecken lassen, das Endresultat fällt um so lohnender aus.

In meiner Arbeit „Zur Morphologie der Spaltpflanzen“ wurde der Nachweis geführt, dass eine *Tolypothrix*-artige Spaltalge (*Tolypothrix Nostoc* Zopf) einen Entwickelungszustand producirt, der dem Character typischer *Nostoc*-Colonieen entspricht. Man könnte nun erwarten, dass auch die anderen *Tolypothrix*-Arten ähnliche Zustände produciren würden. Allein wir sehen das Endstadium der Entwickelung von *T. amphibica* hat offenbar einen ganz anderen, Chroococcaceen-artigen Character und weicht ausserdem durch die Bildung der oben beschriebenen Kahmhaut auch schon habituell von jenen *Nostoc*-Colonieen wesentlich ab.

Bisher hielt man an der Annahme fest, dass die Zellen Scytonemeen-artiger Algen, speciell also auch die Repräsentanten der Gattung *Tolypothrix* sich nur in einer Richtung, nämlich quer zur Längsachse des Fadens theilen könnten. Das vorliegende Beispiel aber giebt einen unzweifelhaften Beleg für die Unrichtigkeit dieser Annahme. Denn die aus der Scheide entleerten Hormogonien können sich nach zwei und selbst nach allen drei Richtungen des Raumes theilen, wie dies bekanntlich in den Fäden der Sirosiphoneen geschieht.

Ein anderes Beispiel für diese Theilungsweise habe ich bereits früher geliefert durch die Beobachtungen an den Hormogonien von *Tolypothrix Nostoc*[1]), deren Zellen sich gleichfalls nach zwei Richtungen zu theilen vermögen.

Erklärung der Tafel.

Tolypothrix amphibica Zopf.

Fig. 1—9 540 Mal vergrössert.

Fig. 1. Stück einer verzweigten Pflanze. *h* ein im Austreten aus der Scheide begriffenes Fadenstück, in nahezu isodiametrische Zellen gegliedert; *s* Scheide.
Fig. 2. Schön spiralig gewundenes Fadenstück.
Fig. 3. Hormogonium etwa 24 Stunden nach seinem Austritt. Die Zellen beginnen sich seitlich auszubauchen.
Fig. 4. Ein Hormogonium etwa 48 Stunden nach seiner Befreiung. Seine Glieder zeigen nicht bloss einen grösseren Querdurchmesser, sondern sind auch schon deutlicher bauchig geworden.
Fig. 5. Hormogonium, dessen Glieder sich z. Th. noch bedeutender in die Breite gestreckt haben. An einer Stelle (bei *a*) sind 2 Glieder bereits eine Längstheilung eingegangen, sodass jedes aus 2 etwa isodiametrischen Zellen besteht.
Fig. 6. Kleineres Hormogon, eine Zelle gleichfalls schon mit Längstheilung versehen (bei *a*).
Fig. 7. Hormogon, dessen quer gestreckte Glieder bei *a* noch ungetheilt sind, bei *b* durch Längswände, welche senkrecht auf der Ebene des Papiers stehen, gegliedert erscheinen. Bei *c* haben sich 2 quergestreckte Zellen, zunächst senkrecht zur Papierebene, getheilt, dann haben sich die Theilstücke senkrecht zur Papierebene gestreckt und nunmehr je eine Theilung in der Papierebene erfahren.
Fig. 8. Hormogon, dessen Zellen bei *a* noch ungetheilt, bei *b* nach zwei, bei *c* nach drei Richtungen des Raumes erfolgt sind. Bei *d* sind die Theilungen noch weiter gegangen und haben bereits zu kleinen traubigen Körpern geführt.
Fig. 9. Ein aus einem Hormogonium hervorgegangener Zellkomplex, dessen Zellen bereits stärkere Rundung annehmen (Chroococcaceen-Zustand).

---

1) Zur Morphologie der Spaltpflanzen pag. 55.

44. K. Wilhelm: Ueber eine Eigenthümlichkeit der Spaltöffnungen bei Coniferen.

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 19. Juli 1883.

Bei der Herstellung von Präparaten aus Coniferennadeln war mir schon vor längerer Zeit die stets vorhandene, vollständige Ausfüllung der „äusseren Athemhöhle“[1]) mit einer feinkörnigen, im durchfallenden Lichte dunkeln Masse aufgefallen. Im Sommer des vorigen Jahres begann ich den Sachverhalt, welchen ich in der mir zugänglichen Literatur nirgends erwähnt fand, einer genaueren Untersuchung zu unterziehen. Dieselbe musste jedoch bald wegen anderweitiger dringender Geschäfte unterbrochen werden, welche mich auch gegenwärtig noch an der unausgesetzten Bearbeitung des Themas in dem geplanten Umfange verhindern. Immerhin bin ich aber jetzt schon zu einigen nicht uninteressanten Resultaten gelangt, die nachstehend in Kürze mitgetheilt sein mögen.

Ich nehme die Nadel der Weisstanne, *Abies pectinata* DC., zum Ausgangspunkte. Die Rückseite derselben zeigt die bekannten weissen Streifen, je einen zu beiden Seiten des nur wenig vortretenden grünen Nerven. Diese ungefähr 0,3 *mm* breiten Streifen erscheinen unter der Lupe auf gleichmässig weissgrauem Grunde rein weiss getüpfelt. Die Tüpfel entsprechen den einzelnen Spaltöffnungen, und sind gewöhnlich in 5—7 Längsreihen geordnet, in diesen jedoch nicht ganz gleichmässig vertheilt, indem die Entfernung zwischen je zwei benachbarten Spaltöffnungen der nämlichen Reihe wechselt.

Unter dem Mikroskope, an einem sorgfältig hergestellten, in Wasser liegenden Präparate, zeigt sich die Oberfläche der Nadel in der Ausdehnung der weissen Streifen von einem Haufwerk unregelmässig geformter Körnchen bedeckt, deren Masse wenig durchsichtig, grau oder schwärzlich erscheint[2]). Die Spaltöffnungen sind durch gleichmässig dunkle, vollkommen undurchsichtige, fast schwarze Flecke von rechteckiger oder ovaler Gestalt bezeichnet (Fig. 1 des Holzschnittes am Ende dieser Mittheilung). Präparate von genügender Dünne, welche nur die Epidermis enthalten, lehren, dass diese Flecke durch besonders reichliche Anhäufungen kleiner Körnchen verursacht sind. Zusatz von absol. Alkohol hellt das Bild sofort auf. Das Körnchenhaufwerk zwischen den dunklen Flecken wird nun so durchsichtig, dass die Struktur der von ihm bedeckten Epidermis deutlich hervortritt. Gleichzeitig bewirkt der Alkoholzusatz den Austritt von Luftblasen aus den dunkeln, den Spaltöffnungen entsprechenden Flecken, und lässt nun jene selbst sichtbar werden. Die zum Spalteneingang führende, rechteckig begrenzte Vertiefung, die äussere Athemhöhle, zeigt sich nun von einer farblosen oder schwach bräunlichen, feinkörnigen Masse vollständig ausgefüllt Letztere greift in Form lockeren Körnchenhaufwerks auch etwas über den Rand der Oeffnung hinüber (Fig. 2 u. 4).

---

[1]) Bekanntlich sind bei den Coniferen die Schliesszellenpaare unter die Epidermisoberfläche versenkt, so dass über jeder Spaltöffnung ein von den benachbarten Oberhautzellen begrenzter Hohlraum entsteht, zu dessen kurzer Bezeichnung ich obigen, meines Wissens zuerst von Kraus (Pringsheim's Jahrb. f. wiss Bot. IV. S. 320) gebrauchten Ausdruck wähle, dessen sich kürzlich auch Tschirch (Linnaea, Bd. XLIII, S. 140) bediente.

[2]) Vergl. de Bary, Bot. Zeit. 1871. Sp. 135. — Thomas, Zur vergleichenden Anatomie der Coniferen-Laubblätter. Jahrb. f. wiss. Bot. IV. S. 28.

Die eben beschriebenen Erscheinungen waren bei allen unter das Mikroskop gebrachten Spaltöffnungen sämmtlicher untersuchten Weisstannennadeln zu jeder Jahreszeit zu beobachten, mochten die letzteren erst aus der Knospe getreten, oder mehrjährig sein, aus Stadtgärten oder aus dem Walde stammen. Die lückenlose Erfüllung ihrer äusseren Athemhöhlen mit einer feinkörnigen, in kaltem Alkohol momentan unlöslichen Substanz muss daher als ein allgemein verbreitetes und konstantes Vorkommen betrachtet werden. Die Zwischenräume zwischen den sehr kleinen Substanzkörnchen sind mit Luft erfüllt, welche bei Alkoholzusatz oder vorsichtigem Erwärmen in Blasenform entweicht. Dass diese Luft wirklich aus der Ausfüllungsmasse hervortritt, und nicht etwa aus der Spalte selbst oder aus der inneren Athemhöhle, machten dünne Präparate, bei welchen die Schliesszellen durch den Schnitt entfernt waren, und nur die Oberhaut vorlag, ganz zweiffellos.

Was die stoffliche Natur der Ausfüllungsmasse anbetrifft, so muss die letztere als ein „wachsartiger“ Körper betrachtet werden. Kalter Alkohol lässt sie zunächst ungelöst — erst nach längerer Einwirkung scheint eine theilweise oder vielleicht auch vollständige Lösung einzutreten, worüber ich jedoch zur Zeit noch keine erschöpfenden Angaben machen kann[1]). Heisser Alkohol dagegen löst rasch und vollständig, was Aether in der Regel, Chloroform immer schon bei gewöhnlicher Temperatur thut. Fig. 3 zeigt ein mit Aether behandeltes Präparat. Die Substanz lässt sich auch durch Ausschmelzen unter Wasser entfernen. Wird hierbei vorsichtig verfahren, so tritt aus jeder Spaltöffnung zunächst eine Luftblase, an deren Oberfläche sich beim Erkalten oft zierliche stabförmige Krystalle niederschlagen. Diese

---

1) In ganz jungen Nadeln scheint die Ausfüllungsmasse gegen kalten Alkohol weniger widerstandsfähig zu sein, als in ein- oder mehrjährigen.

Erscheinungen und Reaktionen sprechen deutlich für die Wachsnatur des fraglichen Körpers[1]), welcher höchst wahrscheinlich mit dem körnigen Wachsüberzug der Oberhaut selbst identisch ist, der durch de Bary als solcher erkannt und beschrieben wurde[2]), und nach Wiesner ein Gemenge wachsartiger Körper mit Glyceriden darstellt[3]).

Die vollständige Erfüllung der äusseren Athemhöhle mit einer wachsartigen Substanz wurde weiterhin gefunden bei allen hierauf untersuchten Abietineen, und zwar bei *Abies Nordmanniana*, *A. Pichta*, *A. cephalonica*, ferner bei *A. Pinsapo*, *A. Fraseri*, *A. nobilis*, *A. lasiocarpa*, — welch' letztgenannte vier Tannenarten auch auf der Oberseite der Nadeln mehr oder minder zahlreiche Spaltöffnungen besitzen[4]) —, *Tsuga Douglasii*, *Picea excelsa*, *Larix europaea*, *Cedrus atlantica*, *C. Deodara*, *Pinus silvestris*, *P. Cembra*, *P. Strobus;* dann bei manchen Cupressineen, so bei *Juniperus communis*, *nana*, *Sabina*, *virginiana*, *Chamaecyparis Lawsoniana*; nicht bei *Taxus baccata.* Bei einigen der genannten Cupressineen finden sich solche „verstopfte" Spaltöffnungen auffallenderweise auch an sehr geschützten Stellen. So liegen z. B. bei den schuppenförmigen Nadeln von *Juniperus Sabina* und *virginiana* die Spaltöffnungen sowohl auf der Innenfläche der freien, d. h. mit dem Zweig nicht verwachsenen, ihm aber mehr minder dicht angedrückten Spitze, als auch an der Aussenseite (Rückenfläche) des am Zweig herablaufenden Theiles, längs des mit der gegenüberstehenden Nadel verwachsenen Randes, wo sie schon mit der Lupe als weisse Pünktchen kenntlich sind. Wo nun die Nadeln dichter stehen, ist ein grosser Theil dieser letzteren Spaltöffnungen, resp. der sie tragendenden Nadelfläche, von den nächstunteren Nadeln bedeckt, — nichtsdestoweniger sind aber auch in diesem Falle, ebenso wie auf der Innenseite der Nadelspitze, die äusseren Athemhöhlen in der beschriebenen Weise ausgefüllt, und die Epidermis selbst mit einem Körnchenüberzug versehen. Bei *Chamaecyparis Lawsoniana* mit gleicher Vertheilung der Stomata fand ich das Nämliche. —

So unvollständig die mitgetheilten Beobachtungen auch sein mögen, so lassen sie doch die beschriebene eigenthümliche Verstopfung der äusseren Athemhöhlen als eine bei den Coniferen verbreitete Erscheinung erkennen. Die Vermuthung liegt nahe, dass man es hier mit

---

1) Vergl. de Bary, Vergl. Anat. S. 86. Botan. Zeit. 1871. Sp. 132.

2) Bot. Zeit. 1871. Sp. 135. — Früher glaubte man es hier mit einem harzähnlichen Körper zu thun zu haben, eine Auffassung, welche von Link ausging und noch 1865 von Thomas (Jahrb. f. wiss. Bot. IV. S. 28) gegen Zuccarini vertheidigt wurde.

3) Wiesner, Ueber die krystallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzlicher Oberhäute. Bot. Zeit. 1876. Nr. 15, Sp. 228. —

4) Hildebrand (Bot. Zeit. 1860. Nr. 17, S. 151) führt als Beispiel hierfür nur *Abies cephalonica* an, wo die Spaltöffnungen auf der Oberseite der Nadeln aber auch fehlen können.

einer Einrichtung zu thun habe, deren Bestimmung darin liege, die Transpiration auf ein gewisses Maass herabzusetzen. Dass die bis jetzt darauf untersuchten immergrünen Nadelhölzer thatsächlich weniger transpiriren, als unsere Laubhölzer, ist durch von Höhnel's sorgfältige Arbeit „Ueber die Transpirationsgrössen der forstlichen Holzgewächse“ [1]) festgestellt, und zwar wurde das Verhältniss der Transpirationsintensität von Tanne, Fichte, Weissföhre und Schwarzföhre zu derjenigen der Laubhölzer für die Zeit vom 1. April bis 31. Oktober im Mittel wie 1 : 6 gefunden [2]). Ist nun auch die Transpirationsgrösse sicherlich von mehreren verschiedenartigen Faktoren beeinflusst, so wird man dennoch annehmen dürfen, dass für dieselbe eine so auffallende Erschwerung des Verkehres der inneren Athemhöhlen mit der Aussenwelt nicht gleichgiltig sein könne. Die Verdunstung aus den Blättern wird schon durch gewöhnliche Wachsüberzüge, welche die Spaltöffnungen frei lassen, erheblich verlangsamt, was Tschirch bei *Eucalyptus* experimentell nachgewiesen hat [3]). Wenn nun zu solchen Wachsüberzügen noch die in Rede stehende Verstopfung der äusseren Athemhöhlen tritt, welche den Gasaustausch zwischen den inneren Athemhöhlen und der Aussenwelt nur durch die dünnen Luftäderchen gestattet, die zwischen den feinen Körnchen der Ausfüllungsmasse vorhanden sind, so muss die Hemmung der Transpiration nothwendigerweise einen noch höheren Grad erreichen. Man ist daher wohl berechtigt, die besprochene Eigenthümlichkeit vieler Coniferen-Spaltöffnungen als eine Schutzeinrichtung gegen übermässigen Wasserverlust zu betrachten. Als eine solche ist, nach Tschirch [4]), schon das Vorhandensein äusserer Athemhöhlen an sich anzusehen, durch welch' letztere die vornehmlich in den nördlichen Waldgebieten heimischen immergrünen Coniferen vor den für diese Zone charakteristischen sommergrünen Laubhölzern, denen Schutzmittel zu solchem Zwecke fehlen, auffallend ausgezeichnet sind. Ob dies mit dem bei den Coniferen minder vollkommenen Bau der Spaltöffnungen selbst zusammenhängt, will Tschirch einstweilen noch dahingestellt sein lassen [5]). Die relative Unvollkommenheit der Coniferenspaltöffnung erblickt der genannte Autor in dem Mangel des für die Angiospermen typischen Vor- und Hinterhofes, und in der hierdurch bedingten direkten Mündung der Centralspalte in das umgebende Medium (resp. die äussere Athem-

---

1) Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs, herausgegeben von A. von Seckendorff. II. Band, 1. und 3. Heft.

2) Ebenda, 3. Heft, S. 292.

3) Tschirch, Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort mit specieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Linnaea, Bd. XLIII (IX der neuen Folge), S. 149.

4) l. c. S. 224 u. ff.

5) l. c. S. 220 und 221.

höhle) — ein Strukturverhältniss, welches auch die Spaltöffnungen der Cycadeen und Gefässkryptogamen charakterisirt[1]). —

Schliesslich möchte ich noch bemerken, dass ich lange nicht glauben wollte, dass die konstante Verstopfung der Spaltöffnungen vieler Coniferen in der allgemein verbreiteten botanischen Literatur nicht schon beschrieben sei. Indessen scheint die Sache wirklich seit Link keine weitere Beachtung gefunden zu haben[2]). wie auch aus einer Bemerkung von Tschirch, der sich übrigens von der Richtigkeit der Angabe Link's nicht zu überzeugen vermochte[3]), hervorgeht.

Das Interesse, welches meiner Meinung nach der berührte Gegenstand darbietet, dürfte wohl diese vorläufige Mittheilung rechtfertigen und eine weitere Verfolgung des Themas erwünscht machen. Die vollständige Ueberdeckung des Spalteneinganges durch so reichliche Anhäufungen von Wachskörnchen ist meines Wissens seit der vergessenen oder bezweifelten Angabe von Link nicht wieder beobachtet worden. de Bary sagt ausdrücklich, dass die untersuchten Schichtenüberzüge, sofern sie dem entfalteten Theile zukommen, die Spaltöffnungen frei lassen, oder wenigstens auf den Schliesszellen bis zur Unkenntlichkeit dünn seien[4]). In manchen Fällen, so bei *Pinus* und *Agave*, fand er den Ueberzug in der Umgebung der Stomata stärker, als auf den anderen Epidermiszellen[5]). Nach Tschirch[6]) würde ein Vorkommen von Wachs in dem Vorhof, resp. der äusseren Athemhöhle, von vornherein im Widerspruch stehen mit der Funktion der Stomata: als Ausführungskanäle zu dienen. Vielleicht war es diese, zunächst ja sehr naheliegende Erwägung, welche der Erkennung und Beachtung des eigenthümlichen Sachverhaltes bisher im Wege stand.

Ich brauche wohl kaum erst ausdrücklich zu versichern, dass die beobachteten Wachsanhäufungen in den äusseren Athemhöhlen nicht etwa beim Präpariren hergestellte Kunstprodukte sind, — und hoffe, über die Ergebnisse meiner weiteren Untersuchungen dieses eigenthümlichen Strukturverhältnisses und seiner Verbreitung bald ausführlicher berichten zu können. —

---

1) Tschirch, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Spaltöffnungsapparates. Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. 1880. S. 116.

2) Link, Ueber die Familie *Pinus* und die europäischen Arten derselben (Abhandl. d. kgl. Akad. d. W. zu Berlin. 1828. S. 158): „Eine andere Merkwürdigkeit der Blätter ist das sonderbare Verhalten der Spaltöffnungen. Sie sind nämlich mit einem Häutchen von einer harzähnlichen Masse ganz bedeckt, und man muss, um sie als Spaltöffnungen zu erkennen, erst durch heisses Wasser die Masse schmelzen und auf diese Art entfernen.“ Vergl. auch Thomas, Zur vergl. Anat. d. Coniferen-Laubblätter. Jahrb. f. wiss. Bot. IV. S. 28.

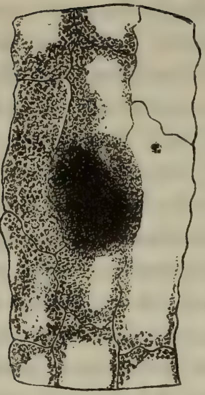
3) Linnaea, XLIII. Bd. S. 151.

4) Vergleich. Anat. S. 90.

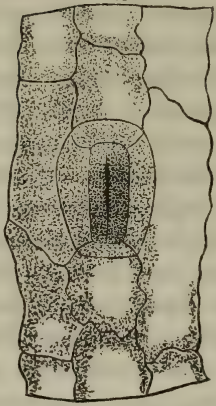
5) Bot. Zeit. 1871. Sp. 138.

6) Linnaea, Bd. XLIII, S. 151.

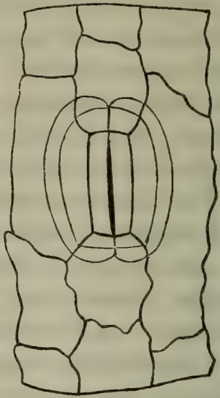
1



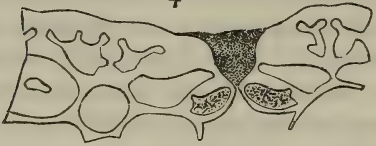
2



3



4



Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Oberhautstück aus der Unterseite einer jungen Weisstannennadel, eine Spaltöffnung mit verstopfter äusserer Athemhöhle zeigend. Vergr. 750 : 1.

Fig. 2. Das nämliche Präparat nach momentaner Einwirkung von absolutem Alkohol.

Fig. 3. Dasselbe Präparat nach momentaner Einwirkung von Aether.

Fig. 4. Stück eines Querschnittpräparates ans einer einjährigen Weisstannennadel nach momentaner Einwirkung von absolutem Alkohol, eine Spaltöffnung mit verstopfter äusserer Athemhöhle zeigend. Vergr. 750 : 1.

45. Hermann Ross: Beiträge zur Anatomie abnormer Monocotylenwurzeln (Musaceen, Bambusaceen).

(Mit Tafel X.)

Eingegangen am 20. Juli 1883.

Die Wurzeln der Monocotylen zeigen im Allgemeinen den bekannten typischen Bau, von welchem verhältnissmässig wenige Ausnahmen bekannt sind. Eine mehr oder minder starke Rinde, welche entweder während der ganzen Lebensdauer erhalten bleibt oder abgeworfen wird, umgiebt den Centralcylinder mit dem nach dem radiären Typus gebauten Gefässbündel. In schwächeren Wurzeln reicht der gefässführende Theil des Holzkörpers oft bis in das Centrum, und dann sind die interstitiellen Gewebemassen, welche hier der Kürze wegen „Füllgewebe“ genannt werden sollen, nur von geringem Umfange. In stärkeren dagegen füllt dieses sehr verschieden beschaffene, oft markartige Gewebe die Mitte des Centralcylinders aus.

In Bezug auf Anordnung und Vertheilung der einzelnen Gewebeformen sind mehrere wesentliche Abweichungen bekannt. Die hier in Betracht kommenden bestehen darin, dass innerhalb der normalen, äusseren Gruppen des Gefässbündels sich noch im Füllgewebe zerstreut liegende innere Xylem- und Phloëmgruppen befinden. Solche im Einzelnen sehr verschiedenen Abnormitäten sind beschrieben worden von H. v. Mohl[1]) bei der Palme *Iriartea;* von Nägeli[2]) bei *Chamaedorea* und *Pandanus odoratissimus* L. fil.; von van Tieghem[3]) bei zahlreichen Aroideen, Dracaenaceen und Pandaneen; von De Bary[4]) bei *Strelitzia*-Arten. Wittmack[5]) führt bei *Musa Ensete* an, dass die Leiter- und Leiternetzgefässe bis in das Centrum der ganzen Wurzel reichen; innere Phloëmgruppen erwähnt er dagegen nicht. Eine allgemeine Beschreibung des Wurzelquerschnittes von *Musa rosacea* Jacq. findet sich in der vor wenigen Monaten veröffentlichten Dissertation von Carl Müller (Berlin)[6]). Die nachstehenden Mittheilungen beschränken sich auf die Familie der Musaceen und die Gruppe der

---

[1]) H. v. Mohl, Vermischte Schriften, S. 159.

[2]) Nägeli, Beiträge z. w. Bot. Bd. I, p. 30.

[3]) Van Tieghem, Recherches sur la symmétrie de structure des plantes vasculaires. Annales des. sc. nat., 5. série, t. 13, p. 149 ff.

[4]) De Bary, Vergleichende Anatomie, p. 376.

[5]) Wittmack, Musa Ensete, Linnaea 1867 (Dissertation), p. 62.

[6]) Carl Müller, Neue Helminthocecidien und deren Erzeuger, p. 17 ff.

Bambusaceen unter den Gräsern. Bei den letzteren sind Abweichungen obenerwähnter Art überhaupt nicht bekannt gewesen. Alle bisherigen Untersuchungen beziehen sich nur auf völlig entwickelte Zustände. Sobald die äusseren Verhältnisse, welche den Abschluss der Arbeit nothwendig machten, es gestatten, soll der abnorme Wurzelbau auch bei anderen Familien der Monocotylen dargestellt werden.

Die Familie der Musaceen umfasst vier Gattungen: *Musa* L., *Strelitzia* Ait., *Ravenala* Adans., *Heliconia* L.

Musa. — Für eingehendere Untersuchungen empfahl sich die im hiesigen Botanischen Garten cultivirte *M. Dacca* hort. Die den Centralcylinder umgebende Wurzelrinde lässt eine Aussen- und Innenrinde unterscheiden; die erstere besteht aus zahlreichen Schichten, deren meist unregelmässig-polygonale, parenchymatische Zellen lückenlos aneinandergrenzen. Aus einer nahe der Epidermis gelegenen Zellschicht geht ein durch centripetale Zellfolge sich entwickelndes Periderm hervor, welches offenbar die Aufgabe hat, die selbst bei den ältesten Wurzeln noch erhaltene Rinde nach aussen zu schützen. Die Zellen der äusseren Schichten der Innenrinde sind ebenfalls unregelmässig, parenchymatisch, unterscheiden sich jedoch von den vorigen durch die stets vorhandenen Intercellularräume. Diese gehen allmählich in die oft nur wenige Lagen starke, sehr regelmässig gebaute innere Innenrinde über. Die Zellen der letzteren erscheinen im Querschnitte rechteckig, zwischen sich regelmässig Intercellularräume lassend; sie sind stets sehr regelmässig in radiale und concentrische Reihen geordnet. Darauf folgt als erste Schicht des Centralcylinders die Endodermis, deren Zellen durch stark verdickte Innen- und Radialwände ausgezeichnet sind. Auf die Endodermis folgt das einschichtige, ununterbrochen verlaufende Pericambium, dessen meist weitlumige parenchymatische Zellen stets zartwandig bleiben. An dieses schliessen sich unmittelbar die abwechselnden, peripherischen Xylem- (Gefässe, Holzparenchym) und Phloëmgruppen (Siebröhren, Cambiform) des radialen Gefässbündels (Fig. 1, A. X. und A. Phl.). Das Xylem wird von drei bis sechs in centripetaler Richtung grösser werdenden Gefässen gebildet, die jüngsten, meist Spiralgefässe sind sehr enge, während das letzte oft bedeutend grösser ist als das vorhergehende und von demselben durch einige Zelllagen des Füllgewebes getrennt wird. Bisweilen convergiren zwei Gefässreihen V-förmig und dann liegt das grosse Gefäss im Vereinigungspunkte derselben. Die Längswände der Gefässe zeigen, mit Ausnahme der jüngsten, leiter- und netzleiterförmige Verdickungen; die sehr schräge stehenden Querwände derselben sind mehr oder minder regelmässig leiterförmig durchbrochen. Alle grösseren Gefässe sind stets von einer einfachen, selten stellenweise doppelten Lage abgeplatteter Holzparenchymzellen umgeben (Fig. 2, Hp.). Die querspaltenförmigen Tüpfel zwischen denselben sind auf der Seite der ersteren meist stark, auf der anderen schwach oder gar nicht behöft. Die Tüpfel zwischen den Holzparenchymzellen selbst sind gewöhnlich gross und nur sehr schwach behöft. Thyllen sind bei diesen wie bei anderen *Musa*-Arten sehr häufig.

Zwischen diesen Xylemgruppen, deren Zahl bei starken Wurzeln oft vierzig übersteigt, liegen ebensoviele peripherische Phloëmgruppen. Dieselben bestehen hauptsächlich aus stets zartwandigen, sehr verschieden langen, bald eng- bald weitlumigen Parenchymzellen (Cambiforen). Siebröhren finden sich in den gewöhnlich kleinen, äusseren Gruppen nicht immer; wo sie vorkommen, sind sie stets ziemlich enge und nehmen, wie solches H. v. Mohl bereits bei Palmenwurzeln hervorhebt[1]), eine möglichst weit gegen das Centrum gerichtete Lage ein (Fig. 2. S. in A. Phl. 1). Es ist dieses offenbar eine Schutzvorrichtung für die relativ weitlumigen und zartwandigen Elemente. Einzelne der peripherischen Phloëmgruppen reichen zwischen den Gefässen hindurch oft weit in das Innere (Fig. 2, A. Phl. 2); der innerste Theil derselben wird dann hauptsächlich aus sehr weitlumigen Siebröhren zusammengesetzt, zwischen und um welche sich Cambiformzellen gruppiren. Die Siebplatten stehen etwas schräge, haben ein einfaches, regelmässiges Siebfeld und zeigten zur Zeit der Untersuchung (April, Mai) starke Callusbildungen (Fig. 4).

Diese äusseren Xylem- und Phloëmgruppen umschliessen Gewebemassen, welche oben als Füllgewebe bezeichnet wurden. Dasselbe besteht in diesem Falle aus prosenchymatischen, im Querschnitte polygonalen, lückenlos aneinander schliessenden Zellen, deren Wände stark verdickt und mit zahlreichen, schiefen, kleinen, spaltenförmigen Poren versehen sind.

In diesem augenscheinlich mechanischen Gewebe liegen, mehr oder minder unregelmässig vertheilt, zahlreiche weite Leiter- oder Leiternetzgefässe (Fig. 1, J. X.), welche ebenfalls stets von abgeplatteten Holzparenchymzellen umgeben sind und auch sonst mit den grossen äusseren Gefässen übereinstimmen. Zwischen diese inneren Gefässen sind zahlreiche innere Phloëmstränge eingestreut (Fig. 1. J. Phl.), welche meistens aus vielen Siebröhren und Cambiformzellen gebildet werden (Fig. 3). Die ersteren sind schon auf dem Querschnitte durch ihr grösseres Lumen leicht von den zwischen ihnen liegenden oder sie umgebenden Cambiformzellen zu unterscheiden. Die Siebplatten sind wie bei den äusseren Siebröhren beschaffen; Siebfelder auf den Längswänden, sowie irgendwelche Poren in den Wänden der Siebröhren oder Cambiformzellen bemerkte ich nie. Der Inhalt der Siebröhren führte besonders in der Nähe der Platten zahlreiche kleine Stärkekörnchen. Die Cambiformzellen dieser Bündel sind meistens sehr verschieden lang. Die zwischen den Siebröhren befindlichen sind stets viel kürzer, als die den Rand

---

1) l. c. p. 158.

der Gruppe bildenden; einen Unterschied in ihrer Function konnte ich nicht nachweisen.

Es fragte sich nun ferner noch, wie sich die einzelnen Phloëmgruppen zu einander verhalten, ob sie mit einander anastomosiren und so ein vielfach verzweigtes Bündelsystem darstellen, oder ob sie als gesonderte Stränge neben einander verlaufen. Ich untersuchte daraufhin mehrere bis 40 *cm* lange Wurzeln von *M. Dacca* auf consecutiven Querschnitten und fand, dass nur Theilungen folgender Art vorkommen Wenn ein inneres Bündel sehr umfangreich ist oder ein äusseres sich sehr weit gegen das Centrum erstreckt, so wird dasselbe bisweilen, indem einige Zellen des Füllgewebes an geeigneter Stelle dazwischentreten, in zwei, selten mehrere Bündel getheilt. Diese verlaufen nun entweder dauernd getrennt neben einander, oder sie vereinigen sich später wieder auf kürzere oder längere Strecken. Ein Anlegen eines Bündels an ein anderes, welches nicht mit ihm aus der Spaltung grösserer Bündel hervorgegangen ist, beobachtete ich nicht und daher kann man wohl nicht von eigentlichen Anastomosen sprechen.

Dieselbe Anordnung und Beschaffenheit der Gewebeelemente wie bei *Musa Dacca* finden sich im Wesentlichen bei allen übrigen untersuchten Arten: *M. Cavendishii* Paxt., *M. Ensete* Gmel., *paradisiaca* L., *rosacea* Jacq., *sapientum* L. Abweichungen geringerer Art finden sich bisweilen; so ist eine der Rindenpartien bei der einen Art mehr entwickelt als bei einer anderen, oder die inneren Phloëmstränge erscheinen in dem einen Falle im Querschnitte rundlich, im anderen länglich. Ein gänzliches Fehlen der inneren Bündel konnte ich bei starken Wurzeln nie constatiren.

Eine vollständige Darstellung des Centralcylinders der Wurzel von *Musa sapientum* im Querschnitte wird die demnächst erscheinende sechste Abtheilung von Knys botanischen Wandtafeln bringen.

Strelitzia. — Die Wurzeln aller von mir untersuchter *Strelitzia*-Arten zeigen ebenfalls einen sehr übereinstimmenden Bau. Es sind dieses: *Strelitzia augusta* Thunbg., *St. farinosa* Dry., *St. humilis* hort., *St. Nicolai* Rgl. et Kör., *St. Reginae* Ait. Die allgemeinen Anordnungen der Gewebe sind dieselben wie bei *Musa*. Die Rinde zeigt dieselbe Anzahl und Beschaffenheit der Schichten, ist meistens jedoch bedeutend stärker entwickelt. So betrug beispielsweise bei einer 20 *mm* dicken Wurzel von *St. augusta* der Durchmesser des Centralcylinders nur 4 *mm*. Diese Art und *St. Nicolai*[1]) entwickeln nicht wie *Musa* ein Periderm, sondern ein oder zwei Zelllagen der Aussenrinde unter der Epidermis verholzen und verkorken sehr bedeutend und so entsteht ein meistens vollkommen geschlossener Ring sehr widerstandsfähiger Zellen. Endo-

---

1) Die übrigen Arten zeigten in den vorhandenen Zuständen noch keine äussere Schutzschicht.

dermis und Pericambium sind ebenso wie bei der vorigen Gattung. Die peripherischen Xylem- und Phloëmgruppen zeigen ebenfalls in Bezug auf die Anordnung nichts besonders Abweichendes; die letzteren sind durchschnittlich wenig umfangreich und enthalten dann auch nur selten Siebröhren; häufiger sind diese in den etwas weiter in das Innere sich erstreckenden Gruppen. Die Zellen des Füllgewebes sind weniger zugespitzt und nicht so stark verdickt, zeigen aber sehr zahlreiche, kleine, schräge Tüpfel. Zwischen den ebenfalls in diesem Gewebe sehr zahlreich zerstreut liegenden Leitergefässen, welche ebenfalls stets von Holzparenchym umgeben sind, finden sich die von *Musa* erheblich abweichenden inneren Phloëmstränge. Dieselben bestehen, wie schon De Bary angibt, aus einer, selten mehreren, von Cambiformzellen umgebenen Siebröhre. Die Siebplatten dieser wie der in den äusseren Gruppen vorkommenden Siebröhren stehen ausserordentlich schräge und zeigen zahlreiche, unregelmässig angeordnete Siebfelder (Fig. 5). Den peripherischen Phloëmgruppen zunächst finden sich hin und wieder umfangreichere Stränge, welche dann wie bei *Musa* durch Abtrennung aus denselben hervorgegangen sind.

Ravenala. — *R. madagascariensis* Son. (*Urania speciosa* Willd.) verhält sich ebenso wie die *Strelitzia*-Arten. Zum Schutze der Rinde verkorken und verholzen auch hier einige der äussersten Zelllagen der Aussenrinde. Die innere Innenrinde ist im späteren Alter meistens auf ein oder zwei Lagen von Zellen reducirt, während die äussere Innenrinde mächtig entwickelt ist. Die inneren Phloëmgruppen bestehen, wie bei *Strelitzia*, aus einer, selten zwei, von Cambiformzellen begleiteten Siebröhren (Fig. 6), deren Platten ebenfalls sehr schräg stehen und mehr oder minder unregelmässige angeordnete Siebfelder zeigen. Die äusseren Phloëmgruppen reichen oft weit in das Innere und enthalten dann zahlreiche weite Siebröhren; Abtrennungen finden auch hier vielfach statt. Die Zellen des Füllgewebes sind ausserordentlich stark verdickt, prosenchymatisch und mit zahlreichen grossen Poren versehen. Im Uebrigen ist Alles wie bei den vorigen Gattungen.

Heliconia. — Die untersuchten Arten dieser Gattung verhalten sich wesentlich anders als die vorhergehenden Gattungen. Zunächst untersuchte ich *H. pulverulenta* Lindl. Die Wurzelrinde, welche im Alter wie bei *Musa* von einem Periderm umgeben wird, zeigt ebenfalls eine Aussen- und Innenrinde; die innere Innenrinde ist meistens nnr wenige Lagen stark. Endodermis und Pericambium entsprechen auch noch denen bei den vorigen Gattungen; wesentlich anders verhalten sich jedoch die übrigen Theile des Centralcylinders. Die Vasalgruppen bestehen aus 4—6, centripetal grösser werdenden Gefässen; das letztere derselben ist häufig durch einige Zelllagen von dem vorhergehenden getrennt. Die grösseren Gefässe zeigen wiederum leiterförmige Verdickungen der Längswände und sind stets von abgeplatteten Parenchymzellen umgeben.

Häufiger als bei anderen Musaceen-Wurzeln convergiren zwei Gefässreihen und umschliessen so die zwischenliegende Phloëmgruppe vollständig (Fig. 7). Die letzteren enthalten besonders Cambiform und nur wenige Siebröhren am Innenrande. Die Phloëmgruppen zwischen sich nicht vereinigenden Gefässreihen erstrecken sich meistens weit in das Innere, oft über das letzte Gefäss noch hinaus; diese Gruppen, besonders deren innerster Theil, enthalten zahlreiche Siebröhren und zwischen denselben unregelmässig vertheilte Cambiformzellen (Fig. 8). Die Siebplatten zeigen ähnlich wie bei *Musa* ein einfaches Siebfeld. Bisweilen reichen zwei dieser langgestreckten Phloëmgruppen so weit in dass Innere, dass ihre Enden sich berühren und mit einander verschmelzen (Fig. 7); sie umfassen dann eine oder mehrere Xylemgruppen mit den dazwischen befindlichen Phloëmgruppen. Die innerste Partie eines langen Phloëmbündels wird bisweilen durch einige Zellen des Füllgewebes abgetrennt und verläuft dann als gesonderter Phloëmstrang eine Strecke lang durch die Wurzel, sich früher oder später mit dem anderen Theile des Bündels wieder vereinigend. Eigentliche „innere“ Xylem- und Phloëmgruppen sind nicht vorhanden und daher erstreckt sich das prosenchymatische, stark verholzte, lückenlos an einander schliessende Füllgewebe gleichmässig über die ganze Mitte des Centralcylinders. Wie *H. pulverulenta* verhalten sich ferner *H. angusta* Arrab., *H. Bihai* Sw. und die unter den Namen *H.* spec. *Sellow* und *H.* spec.? im Berliner Botanischen Garten cultivirten Pflanzen.

Ich füge noch Einiges über das Vorkommen der von Carl Müller (Berlin) an den Wurzeln von *Musa rosacea* Jacq. im Berliner Universitätsgarten beschriebenen *Heterodera radicicola* bei. Diese Gallen erzeugende Nematode findet sich an Musaceen-Wurzeln häufig, nämlich an *Musa Dacca* und *Strelitzia Nicolai* im Palmenhause des Berliner Gartens, ferner an *Musa Cavendishii* und *Heliconia pulverulenta,* welche ich durch freundliche Vermittelung des Herrn Dr. Ambronn aus dem Botanischen Garten in Leipzig erhielt. Die Thiere waren stets in grosser Menge vorhanden und wurden in allen diesen Fällen von dem Autor identificirt.

Wie bereits oben erwähnt wurde, zeigen auch mehrere Gräser, sämmtlich dem Tribus der Bambusaceen angehörig, eine wesentliche Abweichung von dem typischen Wurzelbau.

Bei *Bambusa arundinacea* Willd. sind die peripherischen Xylem- und Phloëmgruppen normal. Die ersteren bestehen aus mehreren porös oder spiralig verdickten Gefässen, von denen die grösseren von Holzparenchym umgeben sind; die peripherischen Phloëmgruppen, welche im Alter oft verholzen, bestehen meistens aus einer engen Siebröhre und wenigen Cambiformzellen.¹) Ausser diesen Phloëmgruppen finden sich

---

1) Vgl. Klinge, Vergleichende histologische Untersuchungen der Gramineen- und Cyperaceenwurzeln, besonders der Wurzelleitbündel, p. 34.

zwischen den Gefässen oft recht zahlreiche weite Siebröhren, welche mehr oder minder regelmässig von einer einfachen Schicht von Cambiformzellen umgeben werden (Fig. 9). Die Siebplatten stehen fast horizontal, so dass man dieselben auf etwas dicken Querschnitten unverletzt erhält; sie besitzen ein einfaches, regelmässiges Siebfeld. Solche inneren Phloëmgruppen finden sich ausserdem bei *Bambusa reticulata*, *B. verticillata* Willd., *B. vulgaris* Schrad., *Arundinaria lecta* hort., *A. spathiflora* hort.; *Phyllostachys bambusoides* hort.; *Triglossum bambusinum* Fisch.

Bei *Bambusa verticillata* sind diese inneren Siebröhren besonders zahlreich; in einem Centralcylinder von 2 *mm* im Durchmesser zählte ich deren bis sechzig. Ausserdem liegen bei starken Wurzeln dieser Art Stränge im Füllgewebe, welche entweder ein von Holzparenchym umgebenes poröses Gefäss, oder eine von Cambiform begleitete Siebröhre, oder beides gleichzeitig neben einander enthalten (Fig. 10). Die Zellen des Füllgewebes, welche diese Elemente umgeben, sind bedeutend englumiger und stärker verholzt als die übrigen. Solche inneren Bündel enden entweder blind oder legen sich an die peripherischen Gruppen, mit denen sie allmählich verschmelzen, an.

Eingehendere Untersuchungen über die Verbreitung der Abweichungen bei den Gramineen-Wurzeln habe ich nicht vornehmen können und behalte mir dieselben für spätere Zeiten vor.

In allen oben beschriebenen Fällen sieht man, wie die zartwandigen und daher leicht verletzbaren Siebröhren stets so gelagert sind, dass sie besonders gegen seitlichen Druck möglichst geschützt sind. Entweder finden sich dieselben nur spärlich auf der Innenseite der peripherischen Phloëmgruppen und liegen hauptsächlich zu kleineren oder grösseren Gruppen vereinigt weiter einwärts, wo mechanische Zellen sie vollständig umschliessen, oder, wenn nur äussere Phloëmgruppen vorhanden sind, erstreckt sich der Siebröhren führende Theil derselben weit gegen das Centrum und wird dann ebenfalls von mechanischen Zellen umgeben.

Das Material für die vorliegende Arbeit ist dem Berliner Botanischen Garten entnommen; für die bereitwillige Ueberlassung desselben bin ich den Herren Professor Eichler und Inspector Perring zu Dank verpflichtet. Die Untersuchungen wurden im botanischen Institut der königlichen landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin ausgeführt. Für die mir durch Rath und That zu Theil gewordene Unterstützung sage ich Herrn Professor Kny meinen wärmsten Dank.

Erklärung der Abbildungen.

Abkürzungen: End., Endodermis; Pcb., Pericambium; X., Xylem; A.X., I.X., äusseres, inneres Xylem; Gef., Gefäss; Hp., Holzparenchym; Phl., Phloëm; APhl., I.Phl., äussere, innere Phloëmgruppen; S., Siebröhre; Spl., Siebplatte; Cbf., Cambiformzellen; Fg., Füllgewebe.

Vergrösserung der Figur 1 40 mal, Fig. 7 70 mal, aller übrigen 220 mal.

Fig. 1 bis 4. *Musa Dacca* hort.

Fig. 1. Schematischer Querschnitt des Centralcylinders.

Fig. 2. Ein Stück des äusseren Theiles desselben; eine grössere Phloëmgruppe (A.Phl. 2) reicht weit in das Innere.

Fig. 3. Querschnitt einer zwischen drei Gefässen liegenden inneren Phloëmgruppe.

Fig. 4. Längsschnitt eines Phloëmstranges. Zwei Siebröhren; eine durchschnittene, mit Callus bedeckte Siebplatte; Cambiformzellen.

Fig. 5. *Strelitzia augusta* Thunbg. Längsschnitt eines inneren Phloëmstranges. Eine von Cambiformzellen umgebene Siebröhre zeigt einen Theil (ungefähr ⅓) einer sehr schräg stehenden, mit unregelmässigen Siebfeldern versehenen Siebplatte.

Fig. 6. *Ravenala madagascariensis* Son. Querschnitt aus der Mitte des Centralcylinders. Die inneren Phloëmgruppen bestehen aus je einer, selten zwei Siebröhren und den diese umgebenden Cambiformzellen; drei Siebröhren mit durchschnittenen Siebplatten.

Fig. 7. *Heliconia pulverulenta* Lindl. Schematischer Querschnitt des Centralcylinders.

Fig. 8. Ein Theil der vorigen Figur, stärker vergrössert.

Fig. 9. *Bambusa arundinacea* Willd. Querschnitt eines Theiles des Centralcylinders. Die inneren Phloëmgruppen werden aus je einer Siebröhre, welche meistens von Cambiform umgeben ist, gebildet.

Fig. 10. *Bambusa verticillata* Willd. Querschnitt eines im Füllgewebe starker Wurzeln verlaufenden Stranges, enthaltend ein von Holzparenchym umgebenes Gefäss und eine von Cambiform begleitete Siebröhre.

46. Steinbrinck: Ueber einige Fruchtgehäuse, die ihre Samen infolge von Benetzung freilegen.

(Mit Tafel XI.)

Eingegangen am 21. Juli 1883.

An den verschiedenartigsten trocken aufspringenden Perikarpien lässt sich beobachten, dass sie sich, sobald ihren Zellgeweben Wasser zur Genüge dargeboten wird, wiederum ganz oder doch grösstentheils schliessen. Dieser Vorgang erscheint durch die hygroskopischen Eigenschaften der meisten derberen Zellwände so unumgänglich bedingt, dass man nur in dem Falle eine Ausnahme erwarten sollte, wo das Schrumpfungsgewebe, welches das Aufspringen herbeiführt, ganz oder zum grossen Theil aus zarterem Parenchym besteht, dessen Wände sich durch Wasseraufnahme nicht in dem Grade ausdehnen können, bis zu welchem sie unter dem Einfluss des lebenden Protoplasmas durch den Turgor gestreckt waren. Denn, da die Zellwände — vorausgesetzt, dass sie ungespannt sind, — den Wasserverlust und mithin auch die Volumenabnahme, die sie beim Austrocknen erfahren haben, bei genügender Wasserzufuhr meist nahezu wieder ausgleichen, so müssen im Allgemeinen, (falls nicht einzelne Fruchttheile sich gänzlich abgelöst haben), die Formänderungen, welche die Perikarpien infolge der Austrocknung erleiden, durch die Quellung derselben Gewebselemente wieder rückgängig gemacht werden, durch deren Schrumpfung sie veranlasst sind. Dass dieser Verschluss der Samenbehälter bei feuchter Witterung in der Regel den Pflanzen von grossem Vortheil ist, steht kaum in Zweifel. Wenn nämlich die Fruchtgehäuse auch bei anhaltendem Regenwetter geöffnet blieben, so würden die Samen, die ohnehin durch die Wasseraufnahme in die Zellwände und -räume an spezifischem Gewicht zunehmen, in grosser Zahl aus ihren Behältern durch den Regen herausgespült oder durch Windstösse herausgeschleudert und entweder durch das herabtropfende Regenwasser in unmittelbarer Nähe der Mutterpflanze abgesetzt oder doch in ihrer nächsten Nachbarschaft durch die Regentropfen zu Boden geschlagen werden; die Chancen für ihre weitere Verbreitung bei dem nachfolgenden trocknen Wetter wären dann aber entschieden geringer, als wenn sie sich noch in einiger Entfernung über dem Erdboden befänden. Nach alledem muss es in hohem Grade überraschen, wenn die Perikarpien einiger einheimischen Pflanzen bei der Benetzung nicht allein offen bleiben, sondern sich sogar weiter ausbreiten.

Zu diesen gehören z. B. die Balgkapseln von *Caltha palustris.* An jeder einzelnen Kapsel des Fruchtstandes dieser Pflanze wird der durch die Schrumpfung der derbwandigen, quertangential gelegten Innenepidermiszellen vertikal nach innen gebogene obere Theil durch die Wasseraufnahme derselben Zellen wiederum nach aussen gekehrt, während die durch die Schrumpfung der äusseren Parenchymzellen bewirkte horizontale Auswärtskrümmung nicht rückgängig gemacht wird. Da zudem die sämmtlichen Kapseln desselben Fruchtstandes bei der Quellung auseinanderweichen, so ist der Ausweg für die Samen nunmehr ein freierer, als während der Zeit, wo sie von den trockenen zusammengeneigten einwärts gebogenen Fruchtblättern verdeckt sind. Doch möchte auf diesen Umstand kein besonderes Gewicht zu legen sein, da der Unterschied in den Formen der trockenen und feuchten Früchte kein so grosser und es wohl denkbar ist, dass die trockenen Samen aus den mit Luft erfüllten Behältern immerhin leichter den Ausgang finden, als die gequollenen aus den Wasser enthaltenden. Anders steht es dagegen mit manchen Arten von *Veronica.* Schon im Jahre 1878 habe ich gelegentlich einer Untersuchung über die Abhängigkeit der Richtungslinien der in den austrocknenden Perikarpien auftretenden hygroskopischen Spannungen von der Stellung der gestreckten Zellen betreffs *Veronica scutellata* und *arvensis* mitgetheilt, dass ihre beim Austrocknen nur in schmalen Spalten aufspringenden Kapseln sich bei der Benetzung infolge der starken Quellung ihrer Scheidewand in kürzester Zeit ganz und gar auseinanderbreiten (s. Bot. Zeitg. 1878 p. 579 und Tafel XIII Fig. 1—3). Diese Auswärtsbewegung deutete ich bei der am Wasser wohnenden *V. scutellata* als ein Mittel, um den Samen, die sonst auf die Verbreitung durch den Wind angewiesen wären, bei steigendem Wasserstande die leichtere Fortführung durch das Wasser zu ermöglichen. Betreffs der auf trocknen Feldern stehenden *V. arvensis* dagegen äusserte ich die Vermuthung, dass der Bau ihrer Scheidewand ein von wasserbewohnenden Vorfahren überkommenes Erbtheil sei, welches wahrscheinlich für die Pflanze bedeutungslos bleibe, da ihre fast papierdünne aufrechtstehende Kapsel wohl nur selten von Regentropfen getroffen werden würde und das Wasser noch seltener durch die schmale Spalte am oberen Rande zur Scheidewand gelangen könne. Nachdem ich aber später nach regnerischem Wetter sehr häufig Pflänzchen dieser Art getroffen habe, an welchen sich infolge der Benetzung durch den Regen eine grosse Zahl von Kapseln geöffnet hatten, deren Samen durch das herabrinnende Wasser auf die benachbarten Blätter und auf den Boden gespült waren, und nachdem ich auch eine Reihe anderer *Veronica*-Arten einer genaueren Untersuchung unterzogen habe, möchte ich die ausgesprochene Vermuthung von der Bedeutungslosigkeit der erwähnten Einrichtung selbst in Zweifel ziehen. Weil diese Frage wohl ein allgemeineres Interesse beansprucht, so soll dieselbe im folgenden im Anschluss an die vergleichende Betrachtung der einschläglichen Verhältnisse bei anderen *Veronica*-Arten einer Erörterung unterzogen werden. Da aber die Fruchtgehäuse von *Mesembryanthemum* ein einigermassen ähnliches Verhalten zeigen, indem sie sich bei der Benetzung ebenfalls weit öffnen, während sie sich beim Austrocknen schliessen, so mögen sie als passendes Vergleichsobjekt zunächst betrachtet werden.

Die Gewebe, durch welche das Auseinanderbreiten der Fruchtgehäuse von *Mesembryanthemum roseum* und *linguaeforme*[1]) bewirkt wird, finden sich an der Innenfläche der bleibenden Kelchzipfel und des mit dem Kelche verwachsenen Ovariums. An beiden Seiten eines jeden Zipfels, deren sich bei *M. roseum* wie gewöhnlich 5, bei *M. linguaeforme* eine grössere Anzahl vorfinden, ist nämlich rechtwinklig oder unter spitzem Winkel zur Kelchfläche eine Leiste aufgesetzt, welche auch in den Grund des Ovars sich hinabzieht (s. ql. in Fig. 2, 3 und 4). Durch das Schrumpfen ihrer beiden Quellleisten werden sämmtliche Kelchzipfel beim Austrocknen über die obere Fläche der verwachsenen Carpelle herabgezogen (s. Fig. 1 u. 3), während sie durch die quellenden Leisten weit nach aussen gebogen werden und die Oeffnungen der nach oben und aussen aufspringenden Carpelle (o. in Fig. 2) freilegen (s. Fig. 4). Die Quellleisten von *Mesembryanthemum linguaeforme* bestehen nun durchweg aus dickwandigen Zellen, deren kürzester Durchmesser in der Richtung der stärksten Quellung, tangential zur Fläche der Kelchblätter, gelegen ist. Ihre inneren Zellen sind meist länger gestreckt und haben parallele Längswände, die äusseren dagegen, welche die Seitenflächen der Leisten auskleiden, sind besonders aussen verdickt und dort kugelig gerundet, während sie sich nach innen mit langen spitzen Enden zwischen die mittleren Zellen einschieben. Die Wand dieser Zellen besteht aus zwei Verdickungsschichten; die äussere ist verholzt und gelb gefärbt, die innere massigere dagegen farblos und, wie Färbungsversuche zeigen, aus reiner Cellulose gebildet. Die innere Verdickungsschicht erfüllt entweder das Lumen bis auf einen engen Kanal oder sie bildet schmalere, die verholzte Schicht bekleidende Partien, welche durch einfache oder verzweigte Zellstoffbalken verbunden sind, die der oberen Kante der Quellleiste (mithin der Hauptquellungsrichtung) parallel von einer Längswand zur anderen verlaufen. Auf dem Flächenschnitt der Leiste sieht man solcher Balken in jeder Zelle einen (s. Fig. 5) oder auch mehrere. — Diese Zellstoffmassen sind es unzweifelhaft, welche das starke Quellen und Schrumpfen der Leisten bewirken. Ihre Quellungsfähigkeit ist eine sehr bedeutende. An Längsschnitten, die parallel der Wand des

---

[1]) Die untersuchten Exemplare verdanke ich der Güte des Hrn. Prof. Wigand, der mir dieselben durch Vermittlung des Hrn. stud. Wilshaus freundlichst überliess.

Kelchzipfels geführt waren, wurde durch Messung festgestellt, dass sie sich beim Austrocknen auf etwa $\frac{1}{3}$ ihrer Länge zusammenzogen, während eine auffällige Veränderung ihrer Breite (d. h. des Längsdurchmessers der Zellen) nicht konstatirt wurde. Diesem Befunde entsprechend sieht man an Fruchtgehäusen, welche während des Austrocknens an der Einwärtsbewegung gehindert waren, die Quellleisten von vielen Querrissen durchsetzt und die einzelnen Theile derselben stark verschrumpft. Bei der Benetzung schliessen die einzelnen Fetzen wieder aneinander und bewirken so trotzdem noch die Auswärtsbewegung.

Eine so auffällige und anscheinend zahlreichen Arten von *Mesembryanthemum* gemeinsame Einrichtung ist für diese Gewächse schwerlich ohne biologische Bedeutung, vielmehr offenbar eine Anpassung an die klimatischen Verhältnisse ihres äusserst regenarmen Vaterlandes; sei es, dass die Samen gegen den ausdörrenden Einfluss der direkten Sonnenstrahlung geschützt werden sollen, sei es, dass vielleicht die gerundeten Gehäuse über den sterilen ziegelhart gebrannten Boden der Karroo durch den Wind auf weitere Entfernungen fortgerollt werden mögen, als es für die einzelnen Samen, welche dem Winde eine geringere Angriffsfläche bieten, der Fall sein würde. Bei *M. linguaeforme* scheint noch ein besonderes Hülfsmittel vorhanden zu sein, um zu verhindern, dass die Samen, wenn sich die Kelchzipfel bei Regenwetter auseinanderbreiten, grossentheils an derselben Stelle ins Freie gelangen. Hier springt nämlich von der Wand des Kelchbechers gegen die Oeffnung eines jeden Fruchtfaches ein bohnenförmiger Körper (vk. in Fig. 3 und 4) vor, welcher die Samen unter sich birgt. —

Vergleichen wir nun mit dem geschilderten Bau des *Mesembryanthemum*-Gehäuses etwa den Bau einer Kapsel von *Veronica scutellata*, so finden wir in gewisser Beziehung eine überraschende Aehnlichkeit. Auch hier ist ein starkes Quellgewebe vorhanden, das aus massigen Zellen besteht, welche ihren kürzesten Durchmesser meist nach der Hauptquellungsrichtung legen und deren Verdickungsmassen aus reinem Zellstoff gebildet sind. Diese füllen die Zelle fast völlig aus; einzelne Zellstoffbalken wurden nicht gefunden (vgl. die Quellzellen von *V. serpyllifolia* in Fig. 18). Dieses Quellgewebe bildet allerdings keine gesonderte Leiste, sondern besteht einfach aus den Innenepidermiszellen an beiden Flächen der Scheidewand. In Fig. 7 erkennt man die Quellwirkung derselben. Die in Fig. 6 dargestellte trocken aufgesprungene Kapsel, deren Klappenwände aufwärts gerichtet sind und nur an den Rändern auseinanderweichen, ist durch die Ausdehnung der Scheidewand (s in Fig. 7) schon binnen 2 Minuten nach der Benetzung derart ausgebreitet worden, dass die Klappen in der Mitte horizontal liegen, an den Rändern dagegen stark abwärts eingeschlagen sind. — Da die unteren sehr tief am Stengel entspringenden Fruchtzweige sich zur Reifezeit der Früchte herabbiegen und von dem Sammler erst aus dem

Gewirr der umgebenden Pflanzen hervorgesucht werden müssen, so genügt offenbar schon eine geringe Erhebung des Wasserstandes, um die Kapseln der unteren Zweige zu öffnen und ihre Samen fortzuspülen. Die obersten, schwerer vom Wasser zu erreichenden Zweige mögen die Verbreitung der Samen durch den Wind besorgen. — Einen ähnlichen Bau der Scheidewand und ein ähnliches Verhalten bei der Benetzung finden wir an den Kapseln der anderen am Wasser wohnenden Arten *V. Beccabunga* und *Anagallis*, jedoch ist die Auswärtsbewegung bei ihnen schon geringer, da die Fläche, welche ihre Quellzellen bedecken, von kleinerem Umfang ist, indem die Innenepidermiszellen sowohl zu beiden Seiten des centralen Samenträgers, als auch an dem oberen Ende der Scheidewand, ebenso wie an den Klappenwänden weniger verdickt und verholzt sind. Ihre Kapseln öffnen sich bei der Berührung mit Wasser etwa in demselben Grade wie die Frucht, die in Fig. 9 dargestellt ist. — Von den an trockenen Standorten wachsenden *Veronica*-Arten weist *V. arvensis* die stärkste Auswärtsbewegung nach der Benetzung auf; ihre Klappen breiten sich nämlich horizontal aus und legen die Samen völlig frei. Dementsprechend sind ihre Quellzellen in ähnlichem Umfange entwickelt wie bei *V. scutellata* und zahlreicher als bei *V. Anagallis* und *Beccabunga.* Nach dem Maasse der Ausdehnung des Quellgewebes und dem Grade der Auswärtsbewegung würde folgen *V. serpyllifolia* (s. Fig. 8 u. 9).

Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit weist *V. officinalis* auf. Auch bei ihr ist das Quellgewebe in hohem Grade ausgebildet und die frei präparirte Scheidewand biegt sich daher in Wasser in nicht merklich geringerem Masse als die von *V. arvensis* um; da aber die Seitenränder der Kapsel im grössten Theil ihrer Länge nur schwer zerreissbar sind, indem der Riss eine vielzellige Gruppe derbwandiger Zellen von derselben Wandsubstanz, wie sie die nicht quellbaren Innenepidermiszellen besitzen, zerspalten müsste, so vermag die quellende Scheidewand nur die oberen Ränder nach aussen zu bewegen. (s. Fig. 13 und vgl. Fig. 12, welche die Kapsel in trockenem Zustande zeigt.) Auch bei *V. montana* ist die Auswärtsbewegung gewöhnlich keine stärkere, da bei ihr die Scheidewand in der oberen Hälfte ausserordentlich schmal und ohne Quellzellen ist. —

Gewährt nun schon das Verhalten von *V. officinalis* den Anschein, als ob das Ausbreiten der Kapsel vermittelst der quellenden Scheidewand durch ein besonderes Gegenmittel, nämlich die feste Structur der Seitennäthe beschränkt werden sollte, so hat *V. agrestis*, obwohl noch im Besitze einer (verhältnissmässig geringen) Zahl von Quellzellen, die Auswärtsbewegung gänzlich aufgegeben; ihre Kapsel schliesst sich vielmehr im Wasser nahezu völlig (s. Fig. 11 und vgl. die trockene Frucht Fig. 10). Der gänzliche Verschluss wird offenbar durch die noch vorhandenen Quellzellen verhindert. Eine Mittelstellung zwischen dieser

Art und den vorher besprochenen nimmt *V. triphyllos* ein. Sie hat nämlich mit den letztgenannten die aufrechte Stellung der Kapsel gemein, deren Fächer sich ebenso wie die von *V. arvensis* durch schmale Spalten von der Mitte ihres oberen Randes her öffnen, indem das äussere Parenchym infolge seines Antagonismus gegenüber den schräg aufwärts verlaufenden Innenepidermiszellen jene Randstellen schwach nach aussen umschlägt (s. Fig. 15). Sie stimmt auch darin mit jenen überein, dass sie die Kapsel in der ersten Minute nach der Benetzung weiter öffnet (s. Fig. 15). Sie schliesst sich aber an *V. agrestis* insofern an, als ihre Scheidewand nur wenige Quellzellen enthält, die nicht im Stande sind, die Einwärtsbewegung der oberen Ränder, welche sich etwa nach Verlauf der ersten Minute in Folge der Quellung des weniger empfindlichen äusseren Parenchyms geltend macht, auszugleichen. Nach einigen Minuten ist daher die obere Spalte durch die einwärts gekrümmten Ränder wiederum bis auf die Breite eingeengt, die sie in der trockenen Frucht aufwies (s. Fig. 16). Die Form dieser Spalte unterscheidet sich, wie leicht verständlich, von derjenigen, welche die trockne Frucht zeigt, hauptsächlich dadurch, dass sie in der Mitte am weitesten klafft, während die Spalte der trockenen Kapsel in der Mitte nahezu geschlossen ist (vgl. die Figg. 14 und 16). —

Gleichsam, um das Mass der für die Gattung möglichen Variationsgrösse zu erschöpfen, scheinen sich nun die Kapseln von *V. hederaefolia* des Aufspringens entwöhnen zu wollen; wenigstens konnte ich sowohl im Freien wie an zahhlreichen jahrelang im Zimmer aufbewahrten Exemplaren nur wenige aufgesprungene Früchte entdecken. Diejenigen, welche ich fand, stimmten in dem Modus des Aufspringens mit *V. agrestis* überein und schlossen sich auch wie diese beim Befeuchten. Auch im anatomischen Bau weicht die Frucht von *V. hederaefolia* sehr weit von den übrigen untersuchten *Veronica*-Arten ab. Fast das ganze Gewebe ist sehr dünnwandig; am meisten fällt auf, dass die bei den anderen Species so charakteristisch ausgebildeten, meist einseitig gestreckten, wellig gebuchteten und derbwandigen Elemente der Innenepidermis auf den Klappenwänden ebenso geformt sind wie die der Aussenepidermis, d. h. isodiametrisch, geradwandig und kleinzellig. Auf der Scheidewand sind sie besonders zart; nur an der Stelle, wo sich bei *V. agrestis* und *triphyllos* die letzten Ueberbleibsel des Quellgewebes vorfinden, bemerkt man derbwandigere Zellen, die jedoch der quellbaren Verdickungsschichten entbehren. —

Da somit der Bau der *Veronica*-Kapseln je nach der Species in so hohem Grade variirt — und zwar in noch ausgedehnterem Maasse, als es bisher, wo sich die Besprechung wesentlich auf die Elemente der Scheidewand bezog, angedeutet werden konnte — so ist z. B. von der Frucht der *V. arvensis* wohl kaum anzunehmen, dass sie noch so zahlreiche und mächtig ausgebildete Quellzellen besässe, wenn ihr Vorhandensein der Pflanze nicht einen Vortheil brächte. Ueber denselben lässt sich auch leicht eine wahrscheinliche Vermuthung aufstellen. Ihre Kapsel ist an einem festen kurzen aufrechten Stiele ebenfalls aufrecht befestigt und die durch die Austrocknung entstehende Spalte sehr schmal, das ganze Pflänzchen ist zudem niedrig und dünn- aber feststengelig, sodass die durch den Wind bewirkten Schüttelbewegungen meist in engen Grenzen bleiben und die Samen nicht leicht ins Freie gelangen mögen. Daher ist es wohl denkbar, dass die Samen, die in Folge von Benetzung freigelegt sind, durch einen starken Platzregen weiter weggeführt werden können, als es im allgemeinen durch Windstösse geschehen mag, namentlich, da wohl auch die aufrecht an die Kapseln angedrückten Kelchblätter, welche sich oft an die Spaltränder anlegen und dieselben weit überragen, dem Ausstreuen hinderlich sind[1]). Wenn man nun diesen Gedankengang gerechtfertigt findet, so wird man nicht umhin können, auch bei *V. serpyllifolia* und *officinalis* in der Auswärtsbewegung eine nützliche Einrichtung zu vermuthen. Dieselben sind allerdings dadurch vor *V. arvensis* im Vortheil, dass sie ihre Kapseln schon bei der Austrocknung weiter öffnen, jedoch andererseits dadurch benachtheiligt, dass sie noch niedriger bleiben als jene und als ausdauernde Pflanzen mit nicht abfälligen Früchten auf die Fortführung der ganzen aus dem Boden gelösten Pflanze verzichten müssen. *V. montana* dagegen hat lange, seitwärts gewandte Fruchtzweige, sie öffnet zudem ihre Kapsel schon beim Austrocknen bis zum Grunde und recht weit, sodass das reducirte Quellgewebe für sie ohne grosse Bedeutung sein mag. In ähnlicher Lage befindet sich *V. agrestis*, welche ihre Frucht schon durch den Wasserverlust sehr weit öffnet (s. Fig. 10). Auffallend ist, dass die Mündung ihrer an zurückgekrümmten Stielen befestigten Kapseln abwärts gekehrt ist, sodass die Mehrzahl der Samen sofort unterhalb derselben zur Erde gelangt. Gänzlich scheint aber auch diese Art auf eine weitere Verbreitung des Samen nicht verzichten zu wollen. Wenigstens findet man auch in Früchten, die seit langer Zeit geöffnet sind, am Grunde jedes Faches noch einen Samen, der sehr fest angeheftet ist und vermuthlich sammt der Kapsel bei der Fortbewegung der ganzen einjährigen Pflanze durch den Wind mitgeführt wird. Bei *V. hederaefolia* mag das Aufspringen der Früchte aus dem Grunde oft unterbleiben, weil sie in jedem Fache nur einen oder zwei Samen ausbildet und als einjährige Pflanze mit dünnen Zweigen und grossen bleibenden Kelchblättern ebenfalls leicht als Ganzes durch den Wind fortgeführt werden kann. Räthselhaft bleibt allein das Verhalten von *V. triphyllos*, welche ebenso wie *V. agrestis* nur eine geringe Zahl von Quellzellen besitzt, während doch bei ihr die Ausstreuung des Samen dadurch noch mehr als bei *V. arvensis* erschwert ist, dass dieselben ziemlich gross und napfförmig sind, sich mithin noch weniger leicht durch die enge Spalte der Fächer zwängen können, als die scheibenförmigen von *V. arvensis*. Immerhin kann nicht in Abrede gestellt werden, dess die vergleichende Betrachtung des Baues der Scheidewand bei den *Veronica*-Arten die Vermuthung nach der Abstammung der an trockenen Standorten wachsenden Arten von solchen die am Wasser wohnten, nahe legt. Von diesen würde sich dann, was den Fruchtbau betrifft, *Veronica agrestis* und *triphyllos* und namentlich *hederaefolia* am meisten entfernt haben. —

---

[1]) Da man meist nur die unteren Kapseln durch den Regen befeuchtet und ausgebreitet findet, während die oberen keine Auswärtsbewegung zeigen, so scheinen dieselben seltener von den Regentropfen direkt, vielmehr gewöhnlich durch die vom Erdboden nach oben auseinander spritzenden Tröpfchen getroffen zu werden. Somit scheint auch hier die Einrichtung vorhanden zu sein, dass vorwiegend die oberen Kapseln der Ausstreuung durch den Wind dienen, für die sie vermöge ihrer Lage mehr begünstigt sind als die unteren.

Es liegt ausserhalb des Themas, auch auf die Ursachen der specifischen Formänderungen einzugehen, welche die einzelnen Arten der besprochenen Gattung schon beim Austrocknen erleiden. Daher sei nur im Allgemeinen Folgendes hergehoben. Die Kapseln von *V. scutellata* (Fig. 6), *arvensis*, *officinalis* (Fig. 12), *triphyllos* (Fig. 14), *montana* öffnen sich bei der Austrocknung am oberen Rande vorzugsweise seitlich, diejenigen von *V. Anagallis* (s. Fig. 17) und *Beccabunga* dagegen zuerst nahe der Scheidewand in der Mitte, weil die Elemente des Widerstandsgewebes (der Innenepidermis, resp. bei einigen, der sie unterstützenden benachbarten Lage) in der oberen Klappenhälfte bei jenen von der Scheidewand aus mehr oder weniger schräg nach oben und aussen, bei diesen mehr gerade aufwärts verlaufen. Bei *V. serpyllifolia* (Fig. 8) und *agrestis* (Fig. 10) dagegen ist die Auswärtskrümmung aller Randpartieen eine ziemlich gleichmässige, da ihre stark gebuchteten Innenepidermiszellen eine vorwiegende Längsstreckung nach einer Richtung weniger erkennen lassen. —

Der scheinbare Widerspruch, dass die Kapseln von *V. Anagallis*, *Beccabunga* und *serpyllifolia* trotz der Quellzellen der Scheidewand beim Austrocknen an der Spitze in der Mitte auseinanderweichen, während man erwarten sollte, dass diese ebenso wie z. B. bei *V. officinalis* beim Schrumpfen einen festen Verschluss der Mitte bewirken sollten (vgl. Figg. 8 und 17 mit 12), wird dadurch gelöst, dass die Quellzellen auf den unteren Theil der Scheidewand beschränkt sind. Der obere Theil derselben wird allein für sich durch die hyproskopischen Spannungen nach aussen gekrümmt, welche in Folge der Stellungsunterschiede zwischen den innen und aussen gelegenen Zellen der Innenepidermisauf jenem Theil der Scheidewand entstehen (s. Fig. 18). Wie bei *V. agrestis* wirkt dabei wahrscheinlich auch die Innenepidermis der äusseren Klappenwände zum Theil mit.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Mesembryanthemum roseum*. Durch Austrocknen geschlossenes Fruchtgehäuse, von oben gesehen. *k* die Kelchzipfel, welche die Carpelle verdecken. 2 : 1.

Fig. 2. Dasselbe Fruchtgehäuse, durch Wasseraufnahme geöffnet, von oben gesehen. *k* Kelchzipfel; *ql* Quellleisten; *f* obere Wand der verwachsenen Carpelle; *o* Mündung der aufgesprungenen Fruchtfächer. 2 : 1.

Fig. 3. *Mesembryanthemum linguaeforme*. Ein einzelnes Kelchblatt *k* durch die Schrumpfung der Quelleisten *ql* einwärts gebogen mit dem zugehörigen Theil des Kelchbechers. *vk* der bohnenförmige „Verschlusskörper"; *s* ein Theil der Scheidewand eines Carpells; *sa* von dem Verschlusskörper verdeckte Samen. 2,5 : 1,

Fig. 4. Dasselbe Object durch Quellung der Leisten *ql* nach auswärts gekrümmt. 2,5 : 1.

Fig. 5. *Mesembryanthemum linguaeforme*. Theil eines Flächenschnittes (senkrecht zu den Kelchzipfeln geführten Längsschnittes) der Quellleisten. 360 : 1. Nach einem Anilinpräparat gezeichnet.

Fig. 6. *Veronica scutellata*. Trockene Kapsel; 4 : 1.

Fig. 7. *V. scutellata*. Feuchte Kapsel. *s* Scheidewand; *st* Samenträger. 6 : 1.

Fig. 8. *Veronica serpyllifolia*. Trockene Kapsel. 10 : 1.

Fig. 9. Kapsel von *V. serpyllifolia*, durch Benetzung geöffnet. 8 : 1.

Fig. 10. *Veronica agrestis*. Trockene Kapsel. 6 : 1.

Fig. 11. Dieselbe Frucht, durch Benetzung geschlossen. 6 : 1.

Fig. 12. *Veronica officinalis*. Trockene Kapsel von oben. 10 : 1.

Fig. 13. *V. officinalis*. Feuchte Kapsel von oben. 10 : 1.

Fig. 14. *Veronica triphyllos*. Trockene Kapsel von oben. 4 : 1.

Fig. 15. Dieselbe, etwa 1 Minute nach der Benetzung. 4 : 1.

Fig. 16. Dieselbe, mehrere Minuten nach der Benetzung. 4 : 1.

Fig. 17. *Veronica Anagallis*. Trockene Kapsel im Beginn des Aufspringens, von oben. 6 : 1

Fig. 18. *Veronica serpyllifolia*. Innenepidermis der Scheidewand von der Stelle, wo die Quellzellen und die verholzten Zellen des oberen Theils der Scheidewand zusammenstossen. 360 : 1. (Die Poren in der Wand der verholzten Zellen sind nicht gezeichnet).

47. K. Prantl: Systematische Uebersicht der Ophioglosseen.

Eingegangen am 23. Juli 1883.

Wie ich in meiner Mittheilung über *Helminthostachys* angedeutet habe (diese Berichte I. S. 161), ergab ein genaues Studium des Strangverlaufs bei *Ophioglossum* Anhaltspunkte zu einer genaueren Unterscheidung der Arten dieser schwierigen Gattung. Die ausführliche Begründung der Resultate mir vorbehaltend, will ich hier eine Uebersich über die Anordnung und Unterscheidung der Arten der drei Gattungen *Botrychium*, *Helminthostachys* und *Ophioglossum* nebst den wichtigsten Synonymen und der geographischen Verbreitung geben, wobei die zweifelhaft gebliebenen von anderen Autoren aufgestellten Arten unberücksichtigt bleiben.

I. Botrychium.

Sectio I. Eubotrychium. Folia semper glaberrima, stomata in utraque pagina obvia; lamina oblonga vel deltoidea ad summum bipinnata; petioli fasciculi bini praeter binos in pedunculum exeuntes; xylema rhizomatis indistincte seriatum.

A. Folia polysticha; pedunculus prope basin laminae sterilis oriundus; radicis fasciculus fere semper diarchus.

a) Segmenta primaria nervis dichotomis, vel nervo mediano indistincto tertiariis breviori instructa.

1. *B. Lunaria* Sw. Sporae verrucis lobato-confluentibus ornatae.
   Neuholland, Japan, (Himalaya), ganz Europa, Grönland, (Nordamerika von Colorado bis Labrador), Unalaschka, (Patagonien).

b) Segmenta primaria nervo mediano distincto pinnato, tertiarios superante instructa, pinnatifida ad pinnata.

α) Segmenta acuta vel acutiuscula.

2. *B. boreale* Milde. (? *B. crassinervium* Ruppr.). Segm. primaria rhombea pinnatifida, sinibus angustissimis; folii vernatio recta, sporae verrucis rotundis ornatae.
   Nordeuropa (Sibirien?), Unalaschka.

3. *B. lanceolatum* Angstr. Segm. primaria lanceolata pinnatifida, sinibus acutis (folii vernatio inflexa); sporae verrucis rotundis ornatae.
   Nordamerika, (Sibirien), Schweden, (Schweiz).

β) Segmenta obtusa, oblonga.

4. *B. matricariaefolium* A. Br. Sporae verrucis angulosis ornatae.
(Canada, Unalaschka, Schweden, Russland), Norddeutschland, (Ungarn), Elsass, Alpen.

B. Folia disticha, pedunculus infra medium petiolum oriundus, radicis fasciculus triarchus.

5. *B. simplex* Hitchc. Sporae verrucis lobato-confluentibus.
(Nordamerika, Schweden), Norddeutschland.

Sectio II. Phyllotrichium. Folia juvenilia, saepe et adulta pilosa, stomata infera; lamina deltoidea, bi-ad quinquepinnata; xylema rhizomatis distincte seriatum,

A. **Ternata.** Folia disticha; pedunculus infra (rarissime supra) medium petiolum oriundus, vernatio recta subcircinata; fasciculus unus, radicis di-ad tetrarchus.

a) Lamina herbacea, non marginata.

α) Segmenta paenultimi ordinis ab apice ad nervum sextum pinnatifida, deinde pinnatipartita vel pinnata.

6. *B. ternatum* Sw. Sporae reticulatae areolis rotundis clausis.
Japan, Himalaya.

β) Segmenta paenultimi ordinis ab apice ad nervum decimum pinnatifida, deinde pinnatipartita vel pinnata.

7. *B. daucifolium* Wall. (*B. subcarnosum* Wall. ex p.). Segmenta acuta; sporae granulatae.
Ostindien, Ceylon, Japan.

8. *B. subbifoliatum* Brackenr. Segmenta obtusa; sporae reticulatae areolis rotundis clausis.
Hawai'sche Inseln.

b) Lamina carnosa, ob epidermidem pachyticham subcallose marginata.

α) Nervi porrecti; laciniae supra basin non vel margine antico paullum dilatatae.

× Segmenta paenultimi ordinis ab apice ad nervum sextum pinnatifida, deinde pinnatipartita vel pinnata.

9. *B. australe* R. Br. (*B. virginianum* Hook. nec Sw., *B. erosum* Milde, *B. Millefolium* Hochst.). Segmenta ultimi ordinis margine antico non dilatata; sporae reticulatae, areolis clausis.
Neuholland, Vandiemensland, Neuseeland.

10. *B. silaifolium* Presl. (*B. decompositum* Mart. et Gal., *B. rutifolium var. robustum* Ruppr.). Segmenta ultimi ordinis margine antico paullum dilatata, incumbentia; sporae reticulatae areolis clausis.
(Mexico), Californien, (Nutka Sund).

×× Segmenta paenultimi ordinis ab apice ad nervum decimum pinnatifida, deinde pinnatipartita vel pinnata.

11. *B. obliquum* Willd. (*B. lunarioides* Schkuhr; *B. dissectum* Sprengl.). Sporae reticulatae areolis plerumque confluentibus.
    Nordamerika, Mexico (Neu-Granada).

β) Nervi divergentes, laciniae supra basin utrinque dilatatae.

12. *B. lunarioides* Sw. (*B. fumarioides* Willd.). Laciniae utrinque fere aequaliter dilatatae subcordatae rotundatae vel oblongae, crenulatae.
    Nordamerika.
13. *B. rutifolium* A. Br. Laciniae anteriores antice magis dilatatae, ovatae, plerumque integerrimae.
    (Kamtschatka?, Sibirien), Scandinavien, Russland, Deutschland, Ungarn, Rumänien.

B. **Cicutaria.** Folia polysticha; pedunculus e basi vel costa laminae, rarissime e petiolo oriundus, vernatio inflexa; fasciculi petioli plures, radicis tri-ad pentarchi.

14. *B. lanuginosum* Wall. Pedunculus e costa oriundus segmenta secundaria fere semper catadroma, vagina clausa.
    Ostindien, Ceylon.
15. *B. virginianum* Sw. (*B. cicutarium* Sw.). Pedunculus e basi laminae vel rarius e petiolo oriundus, segmenta secundaria postrema anadroma, vagina aperta.
    Columbien, Mexico, Nordamerika, Japan, (Sibirien), Russland, Scandinavien, Alpen.

II. Helminthostachys.

Helminthostachys zeylanica Hook. (*Osmunda* L., *Botrychium* Sw., *Helminthostachys dulcis* Kaulf., *H. integrifolia* et *H. crenata* Presl., *Botryopteris mexicana* Presl.)

Neucaledonien, Sundainseln, Philippinen, Japan, Ceylon.

III. Ophioglossum.

Sectio 1. Euophioglossum. Rhizoma hypogaeum, praeter involucri margines glabrum, pedunculus solitarius e petiolo vel basi laminae oriundus, petioli fasciculi basi tres, intra laminam plus minus ramosi, stomata utrinque obvia, rarius supra parca vel nulla, radicis fasciculus monarchus.

Subsectio 1. *Paraneura.* Nervus medianus laminae sterilis intra laminam laterales non vel hinc inde solitarium emittens, laterales e fasciculis binis lateralibus petioli vel ex parte e mediano petioli oriundi, repetitofurcati, subparalleli, versus apicem convergentes.

A. Petiolus subnullus, pedunculus lamina lineari brevior.

1. *O. Bergianum* Schlecht.
    Cap.

B. **Graminea.** Petiolus epigaeus, pedunculus e basi laminae oriundus, lamina linearis vel lineari-lanceolata.

2. *O. gramineum* Willd. (*O. gracillimum* Welw. in litt). Sporae 40 micra latae, apice distincto.
Ostindien, Afrika.

3. *O. lusoafricanum* Welw. in litt. Sporae 80 micra latae, apice inconspicuo.
Westafrika.

C. **Lusitanica**. Petiolus hypogaeus, pedunculus e petiolo vel rarius e basi laminae lanceolatae oriundus, venulae non copiosae.

a) Venulae parcae.

4. *O. lusitanicum* L. Lamina carnosa, basi longe attenuata, sporae apice distincto, areolis 12—15 ad diam. striis subelevatis.
Nordafrika, Atlantis, Süd- und Westeuropa.

5. *O. Braunii* n. sp. Lamina tenuis, basi longe attenuata, sporae apice indistincto, areolis ad 30 ad diam. striis non elevatis.
Capverdische Inseln.

b) Venulae crebriores.

6. *O. coriaceum* Cunn. (*O. gramineum* R. Br.). Lamina carnosa, basi plus minus attenuata, sporae areolis 12—15, striis subelevatis.
Australien, Neuseeland, Bolivia.

7. *O. californicum* n. sp. Lamina carnosa, basi breviter attenuata, sporae areolis 20—25, striis non elevatis.
Californien.

D. **Vulgata.** Petiolus hypogaeus vel breviter epigaeus, pedunculus e basi laminae oriundus, venulae copiosae.

a) Nervi laterales remoti.

8. *O. Gomezianum* A. Br. (? *O. nudicaule* L.). Minus; sporae areolis 12, striis subelevatis.
Africa.

9. *O. capense* Schlecht. (*O. cuspidatum* Milde ex p., *O. vulgatum* var. *polyphyllum* A. Br. ex p.). Maius; sporae areolis 20, striis non elevatis.
Afrika: Cap, Abyssinien, Capverdische Inseln.

b) Nervi laterales mediano approximati.

10. *O. Engelmanni* n. sp. Venulae copiosissimae; sporae areolis 15—20, striis non elevatis.
Nordamerika.

11. *O. vulgatum* (*O. polyphyllum* A. Br., *O. azoricum* Presl, *O. cuspidatum* Mde. ex p.). Venulae minus copiosae, sporae areolis 6—12, striis elevatis.
Westasien, Europa, Atlantis, Nordamerika.

Subsectio 2. *Ptiloneura.* Nervus medianus laminae sterilis intra laminam laterales porrectos vel divergentes emittens, laterales petioli parce ramosi.

A. Lanceolata. Petiolus epigaeus, pedunculus e basi laminae oriundus, lamina linearis vel lanceolata rigida.

12. *O. Dietrichiae* n. sp. (*O. vulgatum* var. *gramineum* Lürss.). Lamina linearis.
Neuholland.

13. *O. lanceolatum* n. sp. (*O. vulgatum* var. *lanceolatum* Lürss.). Lamina lanceolata.
Neuholland.

B. Macrorrhiza. Rhizoma saepissime pro ratione crassum, petiolus hypogaeus, pedunculus e basi laminae vel petiolo oriundus, gracilis, laminae forma varia.

a) Lamina non vittata, nervi intrantes 3—5, rhizoma non globosum.

α) Lamina suborbicularis.

14. *O. Luersseni* n. sp. (*O. vulgatum* var. *macrorrhizum* Lürss.). Sporae areolis 20, striis non elevatis.
Neuholland.

15. *O. rubellum* A. Br. Sporae areolis 12—15, striis elevatis.
Westafrika.

β) Lamina lanceolata vel elliptica.

16. *O. macrorrhizum* Kze. (*O. pusillum* Lepr.). Lamina basi cuneata, sporae areolis 8, striis elevatis.
Brasilien.

17. *O. tenerum* Mett. mscr. Lamina basi cuneata, sporae areolis 12—15, striis non elevatis.
Georgia.

18. *O. ypanemense* Mart. (*O. Spruceanum* Fée.). Lamina basi subtruncata, sporae areolis 20, striis non elevatis.
Brasilien.

b) Lamina non vittata, rhizoma globosum.

19. *O. crotalophoroides* Walt. (*O. bulbosum* Mich., *O. stipatum* Colla.). Pedunculus laminam triplo superans.
Chile bis Carolina.

20. *O. opacum* Carmich. Pedunculus lamina brevior.
Tristan d'Acunha, St. Helena.

c) Lamina vitta media pallida percursa, nervi intrantes 7—9.

21. *O. ellipticum* Hook. et Grev. (*O. surinamense* Rchb.). Rhizoma cylindricum, radicibus parcis.
Südamerika.

22. *O. fibrosum* Schum. (*O. Wightii* Grev. et Hook., *O. brevipes* Bedd., *O. aphrodisiacum* Welw. in litt.). Rhizoma tuberosum, radicibus numerosis.
Ostindien, Africa.

C. Reticulata. Rhizoma cylindricum, petiolus epigaeus, rarius hypogaeus; pedunculus e petiolo vel basi laminae oriundus, rigidus.

a) Lamina lanceolata; petiolus non vel breviter epigaeus, pedunculus e basi laminae oriundus.

23. *O. lancifolium* Presl. Lamina tenuis, subtus pallidior; sporae striis subelevatis.

Isle de France.

24. *O. japonicum* n. sp. Lamina carnosula, fere concolor striis non elevatis.

Japan.

b) Lamina elliptica vel ovata, basi cuneata truncata vel cordata; petiolus epigaeus; pedunculus e petiolo oriundus.

25. *O. ovatum* Bory. (*O. sarcophyllum* Desv.). Lamina elliptica basi cuneata.

Mascarenen.

26. *O. pedunculosum* Desv. (*O. moluccanum* Schlecht., *O. cordifolium* Roxb., *O. Cumingianum* et *O. cognatum* Presl; *O. petiolatum* Hook.). Lamina ovata basi truncata.

Neuholland, Neuseeland, Java, Philippinen, Ostindien.

27. *O. reticulatum* L. (*O. peruvianum* Presl). Lamina ovata basi cordata.

Mascarenen, Africa, Capverdische Inseln, Brasilien bis Mexico, Westindien.

Sectio II. Ophioderma (Endl.). Rhizoma epidendrum papillosum, pedunculus solitarius e lamina oriundus; lamina fasciaeformis integra vel dichotome lobata, basi sensim in petiolum teretem angustata, nervo mediano hinc inde laterales emittente, petioli fasciculi numerosi, stomata utrinque obvia, radicis fasciculus tri-ad tetrarchus.

28. *O. pendulum* L. (? *O. intermedium* Hook.).

Australien, Hawai'sche Inseln, Ostindien, Ceylon, Mascarenen.

Sectio III. Cheiroglossa (Presl). Rhizoma epidendrum longepilosum, pedunculi plures, anteriores e margine basali laminae dichotome lobatae oriundi, nervis dichotomis; petioli fasciculi numerosi; stomata infera, radicis fasciculus diarchus.

29. *O. palmatum* L.

Südamerica, Westindien, Bourbon, Sechellen.

Sitzung vom 26. October 1883.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Lucas Karaman, Lehramtskandidat in Spalato (Dalmatien).
Eugen Askenasy, Dr. phil. ausserordentl. Professor der Botanik in Heidelberg, Bergheimerstr. 18.
F. Kohl, Dr. phil. in Leipzig, Erdmannstr. 15, I.
Bengt Jönsson, Dr. phil. Docent der Botanik in Lund (Schweden).
Engelmann, Dr. phil. in St. Louis (Amerika).

Zu ausserordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

G. Beyse, Realschullehrer in Wandsbeck.
Athenstädt, Dr. phil., Assistent am pflanzenphysiologischen Institut in Göttingen.
Emil Ballowitz, cand. med. in Greifswald, Anklamerstr. 64a.
Karl Jordan, stud. phil. in Berlin S., Tempelherrenstr. 3, II.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Dr. **A. de Bary**, Professor der Botanik in Strassburg i. E. (durch Pringsheim und Ascherson).
Dr. **F. Hildebrand**, Professor der Botanik in Freiburg in Baden (durch Pringsheim und Pfitzer).
C. Heiligenstadt, stud. phil. in Berlin N., Kesselstr. 24 I. (durch Frank und Tschirch).

Als ausserordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

W. Laux, Pharmaceut in Berlin C., Prenzlauerstr. 45a (durch Kny und Zimmmermann).
Dr. **Krah** in Berlin SW., Pionierstr. 4, II r. (durch Pringsheim und Schwendener).

Der Vorsitzende theilt mit, dass in der am 17. September in Freiburg abgehaltenen Generalversammlung die vorgeschlagenen **Ehren- und correspondirenden Mitglieder** sämmtlich gewählt und dass denselben die Diplome zugestellt worden sind.

Herr Pringsheim theilt darauf der Versammlung mit, dass ihm von nachbenannten Ehren- und correspondirenden Mitgliedern anlässlich ihrer Ernennung Zuschriften zugegangen sind und zwar von den Ehrenmitgliedern: **Agardh, Bentham, Boussingault, Alph. de Candolle, J. D. Hooker, Tulasne;** von den correspondirenden Mitgliedern: **I. Bayley Balfour, Caruel, Cienkowski, Crépin, Delpino, Famintzin, Maximowicz, Millardet, Warming, Wittrock, Woronin.** Dieselben sprechen sämmtlich ihren wärmsten Dank für die Ernennung aus.

Der Vorsitzende macht davon Mittheilung, dass der wiedergewählte **Vicepräsident** Herr Leitgeb die Wahl angenommen habe.

Der Vorsitzende theilt alsdann mit, dass folgende neugewählte Mitglieder des **Ausschusses,** welche in Freiburg nicht anwesend waren, mittlerweile dem ersten Schriftführer Herrn Frank angezeigt haben, dass sie die Wahl annehmen. Es sind dies die Herren: Strasburger, Buchenau, Engler, Cohn, Cramer, Drude, Wiesner, Göppert, Pfeffer, Stahl. In Freiburg hatten bereits angenommen die Herren Nöldeke, Pfitzer, Reinke. Folgende Mitglieder der **Commission für die Flora von Deutschland** haben die Annahme der auf sie gefallenen Wahl angezeigt: die Herren Buchenau, v. Uechtritz und Freyn. Die Herren Ascherson und Haussknecht hatten bereits in Freiburg angenommen.

Der Vorsitzende theilt ferner mit, dass die Gesellschaft seit der letzten Sitzung zwei ihrer ordentlichen Mitglieder durch den Tod verloren habe, es sind dies die Herren:

Prof. Dr. **Herrmann Müller,** Oberlehrer am Realgymnasium in Lippstadt, starb am 25. August in Prad (Tirol).

W. Lauche, Königl. Hofgarteninspektor in Wildpark bei Potsdam, starb daselbst am 12. September.

Die Versammlung erhebt sich zum ehrenden Andenken der Verstorbenen von ihren Sitzen.

Bei den alsdann vorgenommenen **Neuwahlen des Vorstandes und der Redactionscommission** werden, nachdem der Vorsitzende die Beschlussfähigkeit der Versammlung — Anwesenheit von mindestens 20 ordentlichen Mitgliedern, darunter mindestens drei Vorstandsmitglieder — constatirt hat, gewählt:

Zum Vorsitzenden Herr Eichler,
„ ersten Stellvertreter des Vorsitzenden Herr Schwendener,
„ zweiten Stellvertreter des Vorsitzenden Herr Kny.

Zum ersten Schriftführer Herr **Frank**,
„ zweiten Schriftführer Herr **Köhne**,
„ dritten Schriftführer Herr **Urban**,

Der bisherige **Schatzmeister** der Gesellschaft, Herr **Otto Müller**, wurde durch Acclamation wiedergewählt.

Zu Mitgliedern der **Redactionscommission**, der statutengemäss ausserdem noch der erste Vorsitzende und die drei Schriftführer angehören, werden gewählt die Herren:

Ascherson,
Westermaier,
Magnus.

Sämmtliche Herren nahmen die Wahl an.

Mitglieder-Liste. (Fortsetzung). *)

Beyse, G., Dr., Realschullehrer in Wandsbeck.
Brandes, Apotheker in Hannover.
Hänsch, Optiker und Mechaniker in Berlin S., Stallschreiberstr. 4.
Jönsson, Bengt, Dr., Doc. d. Bot. in Lund (Schweden).
Jordan, Karl, Cand. phil. in Berlin S., Tempelherrenstr. 3, II.
Koepert, O., stud. rer. nat. in Berlin N., Invalidenstr. 124.
Kuhn, M., Dr., Oberlehrer in Berlin NW., Louisenstr. 67.
Kurth, H., Dr. med., Unterarzt in Berlin NW., Karlstr. 3, III.
Luckenbach, G., in Berlin NW., Philippstr. 13 part.
Salfeld, E., Apotheker in Hannover.
Schaarschmidt, J., Dr. in Klausenburg (Ungarn), Kgl. Bot. Garten.

---

*) Enthält alle diejenigen Mitglieder, welche in den Monaten August, September, October ihren Beitrag entrichtet haben. Berichtigungen fehlerhafter Adressen bittet man zu senden an Herrn Dr. A. Tschirch, Berlin N., Invalidenstr. 36.

Mittheilungen.

48. Steinbrinck: Berichtigung zu der Mittheilung: „Ueber einige Fruchtgehäuse, die ihre Samen infolge von Benetzung freilegen.“[1])

Eingegangen am 7. September 1883.

Bei der Besprechung der *Mesembryanthemum*-Frucht in der Mittheilung, welche in der Ueberschrift genannt ist, sind die in den Figuren 1—4 der zugehörigen Tafel XI mit k bezeichneten Fruchtzipfel irrthümlicher Weise als Zipfel des Kelches gedeutet worden, während dieselben dem Epi- oder Exokarp angehören, welches sich bei der Reife von dem in der Mittheilung als Ovarium aufgefassten Endokarp (f der Fig. 2) ablöst. Dem entsprechend bitte ich die Leser jener Mittheilung die Bezeichnung der erwähnten Theile sowohl im Text als in der Figurenerklärung zu corrigiren.

Die Verwechselung rührt daher, dass mir zur Zeit weder die einschlägliche Literatur, noch frisches Pflanzenmaterial zum Vergleiche zugänglich war.

49. Dammer: Ueber einige Formen der Picea excelsa Lk. in der Umgebung St. Petersburgs.

Eingegangen am 22. September 1883.

Mit einer Arbeit über die Verbreitung der Fichte im östlichen europäischen Russland beschäftigt, fand ich Veranlassung, die in der Umgebung Petersburgs vorkommenden Wälder einem genaueren Studium zu unterziehen und war erstaunt einen Formenreichthum anzutreffen, den ich nicht vermuthet hatte. Ausführliche Mittheilungen mir für spätere Zeit vorbehaltend will ich hier nur in Kürze auf einige wesentliche Variationen hinweisen. — Bekanntlich führt Ledebour in seiner Flora Rossica III. 2. p. 671 Nr. 7 neben der europäischen noch

---

1) Diese Berichte pag. 339.

die sogenannte sibirische Fichte (*Picea orientalis* Ledeb., *P. obovata* Ledeb. [Fl. altaica IV p. 201]), auf, die sich durch folia acuta vel acutiuscula (f. mucronata *P. excelsa*) strobili erecti (str. penduli *P. e.*) squamae cuneato-obovatae, apice rotundatae integerrimae extus convexiusculae (sq. rhombeae apice truncatae eroso-denticulatae *P. e.*) von der *P. excelsa* (deren Charactere in ( ) beigefügt sind) unterscheidet. Das Merkmal „strobuli erecti“, ist, wie schon andere Schriftsteller (Teplouchoff, Fellmann u. A.) früher bemerkten, sehr variabel. Regel hat nun schon früher (cf. Gartenflora 1863 p. 95 ff.) eine Uebergangsform als *P. excelsa fennica* beschrieben und abgebildet, die er von Nylander in Helsingfors erhalten hatte (strobilorum pendulorum squamis rhombeo-ovatis, apice rotundatis, saepe obsolete emarginatis eroso-denticulatis). Ferner hat Teplouchoff (cf. Bull. de la Soc. de Moscou 1869 und Russisches Waldjournal 1876) Uebergänge zwischen diesen Arten aus dem Ural (Guv. Perm) und Altai nachgewiesen und glaubte sich zu dem Schlusse berechtigt, dass *P. obovata* Ledeb. nur eine geographische Form der *P. excelsa* sei. — In den Wäldern um Petersburg, die zum grössten Theile aus Fichten, mit eingesprengten Birken, seltener *Sorbus*, *Alnus*, *Rhamnus*, *Pinus silvestris* (letztere an mehr trockenen, sandigen, höher gelegenen Stellen) und einigen anderen Bäumen und Sträuchern bestehen, kommen nun, soweit meine Erfahrungen bis jetzt reichen, alle Uebergänge von der echten *P. excelsa* Lk. zur *P. obovata* Ledeb. vor und zwar sowohl hinsichtlich der Spitze der Nadeln als auch der Form der Zapfenschuppen. Letztere sind bald stark eroso-dentatae und haben in dem Falle eine deutlich vorgezogene, vorn eingedrückte Spitze, wenngleich es mir bis jetzt noch nicht gelungen ist, Schuppen von der Form, wie ich sie aus Bonn besitze, zu finden. Diese vorgezogene Spitze weicht nun allmählich mehr und mehr zurück, die scharfe, grobe, unregelmässig ausgefressene Zahnung schwindet und es zeigen sich Formen mit Schuppen, deren vorderer Rand zwar noch in einem ziemlich scharfen Bogen verläuft aber nur noch schwach gezähnelt ist und so der Abbildung Regels ziemlich entspricht. Dieser Bogen flacht sich aber auch noch immer mehr ab, gleichzeitig schwinden die Zähnchen immer mehr, und es resultirt schliesslich fast ganz die für *P. obovata* Ledeb. typische Form. Bis jetzt ist es mir zwar noch nicht gelungen, völlig ganzrandige Schuppen zu finden, da selbst die flachrandigsten unter der Lupe noch einzelne zerstreute Zähnchen aufweisen; doch hege ich keinen Zweifel, auch noch die echte *P. obovata* Ledeb. zu finden. — In Bezug auf die Nadeln zeigen die Fichten der hiesigen Wälder auch mannichfache Variationen. Ihre Grösse schwankt zwischen 8—10 und 24 *mm.* Sie sind bald dicker (mehr quadratisch) bald flacher (mehr breit-rhomboid) im Querschnitt. Erstere sind oft säbelförmig gekrümmt und stehen meist dichter und gleichmässig um die ganze obere Hälfte des Zweiges ab (merkwürdiger Weise werden gerade diese

Triebe vom Eichhörnchen mit Vorliebe abgebissen), letztere sind mehr grade, stehen meist weiter und nur nach rechts und links ab, so zwar, dass die oberen und unteren seitwärts gerichtet sind. Bäume mit der ersteren Form haben ein dichteres, dunkleres Aussehen, das bisweilen durch hängende Zweige noch gesteigert wird. Dagegen lassen die Bäume mit den dünneren, weiterstehenden Nadeln viel mehr Licht durch die Zweige, und sehen von weitem deshalb bedeutend heller aus. — Die einjährigen Triebe sind bald mehr weissgelb, bald mehr rothbraun, und mehr oder weniger, heller oder dunkler, fein behaart. — Die Grösse der Zapfen ist sehr variabel; sie schwankt zwischen 60 und 128 *mm*. Im allgemeinen haben die sich der typischen *P. excelsa* nähernden, mehr langgestreckte konische, längere Zapfen, während die zur *P. obovata* neigenden meist kürzere, abgestumpfte, mehr walzenförmige Zapfen haben.

50. Hans Molisch: Ueber das Längenwachsthum geköpfter und unverletzter Wurzeln.

Eingegangen am 3. October 1883.

Ueber diesen Gegenstand veröffentlichte Wiesner in seinem Buche „Das Bewegungsvermögen der Pflanzen[1])“ eine Reihe von Versuchen, deren Ergebniss lautete: „Wurzeln, welche ihres Vegetationspunktes beraubt wurden, wachsen weniger in die Länge, als intakt gebliebene unter den gleichen Vegetationsbedingungen.“ Auffallenderweise kam später Kirchner[2]) bezüglich des Längenwachsthums dekapitirter und intakter Wurzeln zu anderen Resultaten; nach dem genannten Forscher zeigen ihres Vegetationspunktes beraubte Wurzeln entweder eine ganz unbedeutende Verlangsamung des Wachsthums oder — und dies sei der häufigere Fall — sogar eine Beschleunigung desselben gegenüber den unversehrten. Auf welche Ursachen dieses so ganz verschiedene Resultat zurückzuführen sei, wusste Kirchner, da er gegen Wiesner's Experimente keinen thatsächlichen Einwand erheben konnte, nicht. Er glaubte jedoch das Räthsel durch die Annahme lösen zu können, dass Wiesner bei seinen Versuchen mehr als 1 *mm* von der Wurzelspitze abgetragen und mithin Zellgewebspartien entfernt habe, die sich in den folgenden 24 Stunden schon bedeutend gestreckt haben würden. Dass diese Zumuthung vollkommen unberechtigt ist, kann ich auf das

---

1) pag. 101—105.

2) Ueber die Empfindlichkeit der Wurzelspitze für die Einwirkung der Schwerkraft. Stuttgart 1882, p. 16—23.

Bestimmteste versichern, da ich den grössten Theil der diesbezüglichen Versuche über das Längenwachsthum geköpfter und normaler Wurzeln auf die freundliche Einladung des Herrn Prof. Wiesner hin selbst ausgeführt habe.

Obwohl ich an der Richtigkeit des damals unter Anwendung aller Vorsichtsmassregeln gewonnenen Ergebnisses zu zweifeln keinen Grund hatte, so bewog mich doch Kirchner's Schrift den Gegenstand einer neuen gründlichen Prüfung zu unterziehen.

In den mit etwa 400 Keimlingen ausgeführten Versuchen, zeigten stets die geköpften Wurzeln, mochten sie in diesem oder jenem Medium, bei günstiger oder ungünstiger Temperatur kultivirt werden, ein geringeres Längenwachsthum als die intakten. Auf die Grösse des Unterschiedes übt jedoch die Temperatur einen sehr grossen Einfluss. Kultivirt man die Sämlinge bei etwa 15° C. also bei verhältnissmässig niederer Temperatur, dann stehen die gekappten Wurzeln den unversehrten bezüglich ihres Zuwachses zwar nach, aber bei weitem nicht in so auffallendem Masse, wie wenn man die Pflanzen bei möglichst günstigen Wachsthumstemperaturen zieht. Da nun Kirchner seine Versuche bei viel niederen Temperaturen angestellt als Wiesner,[1]) so mussten wohl schon aus diesem Grunde seine Ergebnisse anders ausfallen. Aber auch aus anderen. Kirchner entfernte von der Wurzelspitze gewöhnlich weniger als 1 *mm*, mitunter sogar nur $\frac{1}{2}$ *mm*; nun hat Wiesner gezeigt, dass zwischen der Grösse des abgeschnittenen Stückes und dem Längenwachsthum die leicht zu konstatirende Relation besteht: je weniger von dem Wurzelende weggeschnitten wird, desto grösser der Zuwachs und ebenso umgekehrt. Ich glaube jedoch, dass selbst unter diesen Bedingungen ein Unterschied im Wachsthum der beiden Wurzelarten sich herausgestellt hätte, wenn Kirchner eine grössere Anzahl von Wurzeln — er verwandte zu einer Versuchsreihe gewöhnlich nur sechs — untersucht hätte; allein bei der schwankenden Individualität der Vergleichspflanzen konnte, falls nicht durch eine grössere Zahl von Messungen die Fehler paralysirt wurden, der Unterschied leicht verdeckt werden. Ja der Umstand, dass Kirchner auf Seite der gekappten Wurzeln gegen alle Erwartung oft eine Beschleunigung des Wachsthums beobachtete, scheint wohl mit Bestimmtheit darauf hinzudeuten, dass die Individualität der Versuchspflanzen hier zu einer Täuschung Veranlassung gab.

Zur Begründung der gemachten Behauptungen mögen die nachstehenden Versuchsreihen, [2]) die ich aus meinen Aufzeichnungen herausheben, dienen.

---

1) Die Temp. betrug gewöhnlich 22° C., bei Kirchner's Versuchen jedoch in der Regel 14—19° C.

2) Für die freundliche Mithilfe bei der Ausführung derselben, bin ich dem Herrn stud. phil. A. Kranzl zu grossem Danke verpflichtet.

I.

Zea Mays.

Aus einer grossen Zahl von in Sägemehl kultivirten Keimpflänzchen wurden 20 Paare, jedes Paar aus möglichst gleichen Pflanzen bestehend, ausgewählt. Bei jeder Wurzel wurde — von der Spitze gerechnet — eine Strecke von 1 *cm* in Abständen von 1 *mm* mit Tusche zart markirt. Dann wurde der einen Wurzel eines jeden Paares die Spitze in einer Ausdehnung von genau 1 *mm* mittelst Rasirmessers abgeschnitten, die andere aber unversehrt gelassen. Hierauf kamen sämmtliche Keimpflanzen in lockeres, feuchtes Sägemehl. Um den Wurzeln das Eindringen in das Medium zu erleichtern und Krümmungen möglichst zu vermeiden, bohrte ich ins Sägemehl noch überdies schmale vertikale Kanäle, in welche die Wurzeln vorsichtig eingeführt wurden. Das Ganze verblieb sodann in einem finsteren Zimmer bei einer fast konstanten Temperatur von **25° C.**

A.			B.		
Temperatur 25° C.			Alles wie nebenstehend, nur die Temp. ist bedeutend niedriger: 15° C.		
Nr. der Wurzel	**Geköpfte Wurzeln**	**Unverletzte Wurzeln**	Nr. der Wurzel	**Geköpfte Wurzeln**	**Unverletzte Wurzeln**
	Länge der markirten Zone[1] nach 24 Stunden	Länge der markirten Zone nach 24 Stunden		Länge der markirten Zone nach 24 Stunden	Länge der markirten Zone nach 24 Stunden
1	22,5	31,5	1	22	33
2	33	47	2	30,5	35
3	25,5	47	3	20	29
4	32,5	42	4	22	35
5	32	44	5	26,5	32
6	40	64	6	30,5	34
7	25	36	7	35	39
8	30	46	8	29,5	32,5
9	27,5	41	9	26,5	34,5
10	30	36	10	22,5	30
11	26	30	11	33	30
12	29,5	30,5	12	30,5	38
13	40,5	28,5	13	26,5	32
14	30	39	14	33	38
15	31	43,5	15	33	36
16	26,5	44	16	21	30
17	24	46,5	17	30	25
18	43,5	42,5	18	25	28,5
19	31	36	19	28,5	32,5
20	29	38	20	31,5	36
	Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **20,4** pCt.	Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **30,6** pCt.		Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **17,9** pCt.	Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **23,0** pCt.

---

[1] Ich halte es für das Beste als Ausgangspunkt der procentischen Berechnung die am Wurzelende liegende Strecke in einer Ausdehnung von 1 *cm* zu nehmen. Die wachsende Region befindet sich, wie ich mich bei dieser und allen folgenden Versuchsreihen überzeugte, stets innerhalb dieser Strecke.

II.

Pisum sativum.

A.

Versuchsanstellung so wie bei I.
Temp. 25—27° C.
Die Keimlinge wuchsen in feingesiebter Mistbeeterde.

Nr. der Wurzel	Geköpfte Wurzeln	Unverletzte Wurzeln
	Länge der markirten Zone nach 24 Stunden	Länge der markirten Zone nach 24 Stunden
1	26,5	41
2	28	36,5
3	27	34
4	27	40
5	18	20
6	23	38
7	35	46
8	24,5	34,5
9	30	38
10	36	54
11	32	49
12	33	49
13	23	26
14	30	25
15	18	33
16	21	37
17	23	28
18	28	31
19	22	43
20	32	39
	Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **16,8** pCt.	Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **27,0** pCt.

B.

Alles wie nebenstehend. Temp. 15° C.

Nr. der Wurzel	Geköpfte Wurzeln	Unverletzte Wurzeln
	Länge der markirten Zone nach 24 Stunden	Länge der markirten Zone nach 24 Stunden
1	16	23
2	21	25
3	20,5	27
4	18	20
5	17	21
6	18,5	26
7	23,5	24,5
8	19,5	24
9	20	19
10	15,5	23,5
11	19,5	21
12	17	25
13	15	23
14	26	23,5
15	25	26
16	18	19
17	13	17
18	20	24
19	19	25
20	19	23
	Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **8,5** pCt.	Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **12,9** pCt.[1]

Die aus den obigen Erörterungen und Messungen sich ergebenden Resultate lassen sich folgendermassen kurz zusammenfassen:

I. Die Ansicht Wiesners: „Wurzeln, welche ihres Vegetationspunktes beraubt wurden, wachsen weniger in die Länge als intakt gebliebene unter gleichen Vegetationsbedingungen,“ ist richtig.

II. Der Unterschied im Längenwachsthum zwischen beiden Arten von Wurzeln hängt im hohen Grade von der Temperatur ab. Bei sehr günstiger Temperatur ist er bedeutend, bei niedriger jedoch geringer.

III. Die Ursache, warum Kirchner bezüglich unserer Frage auf Grund seiner Versuche zu anderer Anschauung gelangte als Wiesner, liegt höchst wahrscheinlich darin, weil er 1. bei

---

[1] Die dritte Tabelle steht auf der folgenden Seite.

III.
Phaseolus multiflorus.

A. Versuchsanstellung wie bei I. Temp. 25—31° C. Die Keimlinge wuchsen im Sägemehl.			B. Versuchsanstellung wie nebenstehend. Temp. 15° C.		
Nr. der Wurzel	**Geköpfte Wurzeln**	**Unverletzte Wurzeln**	Nr. der Wurzel	**Geköpfte Wurzeln**	**Unverletzte Wurzeln**
	Länge der markirten Zone nach 24 Stunden	Länge der markirten Zone nach 24 Stunden		Länge der markirten Zone nach 24 Stunden	Länge der markirten Zone nach 24 Stunden
1	26,5	40	1	19,5	26,5
2	33	31	2	20	26,5
3	38,5	45	3	27	21,5
4	34	45	4	19,5	21
5	36,5	42	5	20	26,5
6	17,5	39	6	22,5	25,5
7	28	50	7	17,5	26
8	32,5	40	8	21	21,5
9	39,5	48	9	17	24,5
10	35	38	10	19	28
11	37,5	50	11	23	27
12	19,5	56	12	18	30
13	34	43,5	13	29	27
14	40	44	14	21	14
15	33,5	48	15	20	34
16	28,5	44	16	25	25
17	39	52	17	18	23
18	31	38	18	18	29,5
19	46	33,5	19	21	22
20	36	39	20	21,5	27,5
21	28	45,5			
	Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **23,0** pCt.	Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **33,4** pCt.		Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **10,8** pCt.	Zuwachs jeder einzelnen Wurzel im Mittel **15,8** pCt.

ziemlich niederer Temperatur gearbeitet hat, 2. von der Wurzelspitze in der Regel weniger als 1 *mm*, mitunter nur ½ *mm* entfernt hat und endlich 3. weil er bei mehreren seiner Versuche nur je drei Wurzeln verglich, wodurch die in Folge der verschiedenen Individualität auftretenden Fehler offenbar nur zum Theil ausgeschlossen wurden.[1])

---

1) In jüngster Zeit sprach sich auch Krabbe (Berichte der deutschen botan. Gesellsch. I. Jahrg., Heft 5, p. 229) über das Längenwachsthum dekapitirter und intakter Wurzeln aus. Seine Ansicht wiederspricht zwar nicht im Wesentlichen derjenigen von Wiesner, allein er betont, dass er eine so bedeutende Verminderung der Wachsthumsintensität, solange die Amputation, wie in den Wiesner'schen Experimenten nicht über einen Millimeter hinausging, nicht beobachten konnte. — Offenbar waren dann die äusseren Bedingungen, unter denen die Wurzeln wuchsen, nicht dieselben wie bei Wiesner. Es lässt sich jedoch darüber nichts Bestimmtes sagen, da Krabbe seine Versuche nicht mitgetheilt hat.

51. Alfred Burgerstein: Ueber die Aufnahme von Wasser durch die Blüthenköpfe einiger Compositen.

Eingegangen am 3. October 1883.

Die Frage über die Aufnahmsfähigkeit von Wasser durch die unverletzte Lamina der Laubblätter hat bereits viele Physiologen experimentell beschäftigt. Die älteren Forscher, welche diesbezügliche Beobachtungen anstellten, wie Perraultius, Mariotte, Hales, Bonnet, Du Hamel, Van Marum, Senebier, Knight, Sprengel, haben bekanntlich das oft lange andauernde Frischbleiben untergetauchter oder mit einer Seite auf Wasser liegender Blätter als Folge von Wasseraufnahme erklärt; in anderen Fällen die Wasserabsorption wieder aus dem Umstande erschlossen, dass die in freier Luft befindliche Hälfte eines belaubten Gabelzweiges (dessen andere Hälfte in Wasser eintauchte) sich längere Zeit turgescent erhielt, in einzelnen Fällen sogar neue Blätter entwickelte. Die neueren Physiologen haben meist auf direktem Wege (durch Wägung etc.) die Aufnahmsfähigkeit von Wasser und Salzlösungen durch die Lamina der Laubblätter nachgewiesen beziehungsweise bestätigt:

Burnett (1831), Garreau (1849), Duchartre (1856), Cailletet (1871), Baillon (1874), Lanessan (1875), Böhm, Fr. Haberlandt, Detmer, Caruel e Mori (1877), Sachs, Boussingault (1878), Wiesner (1882).

Dagegen habe ich in der Literatur mit Ausnahme einer vereinzelten Stelle bei Garreau[1]) keine Angaben über directe Versuche betreffend die Aufnahme von Wasser durch Blumenblätter gefunden. Dies veranlasste mich, einige Versuche in dieser Richtung zu machen. Ich benutzte die Blüthenköpfe mehrerer Compositen mit flach ausgebreiteten, liguliforen Randblüthen. Es wurden von jeder Art meist vier, möglichst gleich entwickelte und im frischen Zustand befindliche Köpfe abgeschnitten, gewogen und dann sogleich je zwei beziehungsweise mit der Ober- oder Unterseite auf Wasser gelegt. Zu diesem Zwecke diente eine an einem ruhigen Orte stehende Krystallisirschale, die bis zu zwei Drittel Höhe mit Wasser gefüllt war. Nachdem die gewogenen Blüthenköpfe vorsichtig auf das Wasser gebracht waren, wurde die Schale mit einer gut schliessenden Glasplatte bedeckt, die an der Innenseite mit feuchtem Filtrirpapier ausgekleidet war. Hierdurch wurde ein Wasserverlust der Blüthen durch Transpiration ausgeschlossen. Bei jenen Blüthenköpfen, welche mit der Unterseite auf das Wasser zu liegen kamen, wurde vorher die Schnittfläche des gemeinsamen Blüthenstieles, um die Wasseraufnahme an dieser Stelle zu verhindern, mit Siegellack verschlossen. Nach Verlauf von 12 bis 24 Stunden wurden die Blüthen vorsichtig vom Wasser abgenommen, mit gutem Filtrirpapier möglichst rasch und vollkommen abgetrocknet, und wieder gewogen. Bei einiger Uebung ist es nicht schwer, das äusserlich anhaftende Wasser auch aus dem centralen Theile des Köpfchens zu entfernen, ohne letzteres zu verletzen. Um vergleichbare Resultate über die Wasseraufnahme der Ober- und Unterseite der Blüthen zu erhalten, habe ich aus der schliesslich bestimmten Trockensubstanz den relativen Wassergehalt der Versuchsobjekte zur Zeit der jedesmaligen Wägung berechnet. In der folgenden Tabelle bedeuten: O.-S. und U.-S. die Wasseraufnahme von der Oberseite, beziehungsweise Unterseite der Blüthen; W_0 den procentischen Wassergehalt der Köpfe bezogen auf deren Lebendgewicht am Beginn des Versuches; W_{24} den Wassergehalt nach 24 Stunden, W_{48} nach 48 Stunden und dergl.; Z die procentische Wasserzunahme während der ganzen Versuchsdauer.

---

[1]) Ann. sc. nat. 3. ser. Tom. XIII. 1849. Nach Garreau sollen die Blumenblätter ohne Ausnahme erst dann im Stande sein Wasser zu absorbiren, wenn sie nacheinander mit Seifenwasser, Aether und dest. Wasser gewaschen wurden.

1. *Anthemis tinctoria* L.

	W_0	W_{24}	W_{48}	Z
O.-S.	80,5	81,8	82,5	**2,0**
U.-S.	80,9	82,7	83,3	**2,4**

2. *Anthemis Triumfetti* Dc.

	W_0	W_{24}	W_{48}	Z
O.-S.	75,3	77,7	80,0	**4,7**
U.-S.	75,7	77,3	81,0	**5,3**

3. *Buphthalmum salicifolium* L.

	W_0	W_{24}	Z
O.-S.	81,3	83,3	**2,0**
U.-S.	82,5	84,7	**2,2**

4. *Chamaemelum glabrum.*

	W_0	W_{12}	W_{24}	Z
O.-S.	83,9	85,6	86,5	**2,6**
U.-S.	83,8	85,1	86,0	**2,2**

5. *Cineraria cruenta* Herit.

	W_0	W_{24}	Z
O.-S.	81,2	82,5	**1,3**
U.-S.	81,5	84,0	**2,5**

6. *Chrysanthemum Leucanthemum* L.

	W_0	W_{24}	W_{48}	Z
O -S.	86,0	86,9	87,2	**1,2**
U.-S.	86,1	87,2	87,6	**1,5**

7. *Erigeron speciosum* Dc.

	W_0	W_{13}	W_{24}	Z
O.-S.	81,0	81,7	82,7	**1,7**
U.-S.	80,9	81,8	83,2	**2,3**

8. *Pyrethrum Clusii* Reichb.

	W_0	W_{12}	W_{24}	Z
O.-S.	82,2	83,7	84,0	**1,8**
U.-S.	82,5	84,0	84,7	**2,2**

9. *Tanacetum carneum* Sch. Bip.

	W_0	W_{24}	W_{18}	Z
O.-S.	80,4	82,2	82,4	**2,0**
U.-S.	80,4	82,1	82,7	**2,3**

10. *Tanacetum roseum* Sch. Bip.

	W_0	W_{10}	W_{24}	Z
O-S.	79,2	81,1	81,7	**2,5**
U.-S.	80,3	82,4	82,9	**2,6**

Aus den mitgetheilten Zahlen ergibt sich:

1. Die Blüthen der Compositen besitzen die Fähigkeit, Wasser von Aussen durch die Oberhaut aufzunehmen. — Da die verwendeten Blüthenköpfe trotz des turgescenten Aussehens ihren Wassergehalt noch vergrösserten, so ist wohl nicht zu zweifeln, dass dieselben in einem — bis zu einem gewissen Grade gehenden — welken Zustande umsomehr das Vermögen haben, Wasser von aussen direkt zu absorbiren.

2. Die Unterseite nimmt in der Regel mehr (resp. schneller) Wasser auf als die Oberseite. Dasselbe Resultat erhielt Wiesner[1]) bezüglich der Laubblätter.

Man könnte nun einwenden, dass meine Versuche für die aus denselben deduzirten Sätze nicht beweisend sind, denn bei den mit der Oberseite auf dem Wasser liegenden Compositenköpfen konnte trotz der sorgfältigen Abtrocknung doch etwas Wasser zwischen den dicht stehenden Centralblüthen geblieben sein und dadurch zur Gewichtsvermehrung beigetragen haben; bei den auf der Unterseite schwimmenden Köpfen war aber auch der Hüllkelch an der Saugung betheiligt. Diese beiden Factoren müssen allerdings in Betracht kommen; sie sind jedoch mit Rücksicht auf die Wahl der Versuchsobjekte nicht von so grossem Einflusse, um an der Richtigkeit wenigstens des sub 1 ausgesprochenen Satzes zu zweifeln. Um denselben jedoch wie auch den zweiten Satz (Verschiedenheit der Wasseraufnahme der beiden Blattseiten) vorurtheilsfrei zu machen, stellte ich folgenden Versuch an: Von einer in voller Blüthe stehenden Sonnenblume (*H. annuus*) wurden vier, möglichst gleich aussehende Blumenblätter der äussersten Blüthen vorsichtig ausgerissen, nach Verschluss der Risswunde mit einem Tröpfchen Wachs abgewogen, und dann mit der Oberseite auf Wasser gelegt. Hierauf wurden vier andere Blumenblätter ebenso behandelt, jedoch mit der Unterseite auf Wasser gelegt. Endlich wurde eine dritte Parthie, gleichfalls mit vier Blättern, ganz unter Wasser getaucht. Die an dem Kopf der Sonnenblume noch übrig gebliebenen Corollen wurden zur Bestimmung des Wassergehaltes verwendet, der in einem Falle 75,18, in einem anderen 75,16 pCt. ergab. Unter Zugrundelegung des Mittelwerthes ergab der Versuch:

---

[1]) Studien über das Welken von Blüthen und Laubsprossen. Sitzb. d. k. Acad. d. Wissensch. Wien. 86. Bd. 1882.

Helianthus annuus L.

	W_0	W_4	W_{17}	Z
O.-S.	75,17	76,09	76,81	**1,64**
U.-S.	75,17	77,02	77,62	**2,45**
(O -U.)-S.	75,17	77,35	82,18	**7,01**

Wie man sieht, war auch hier die Wasseraufnahme durch die Unterseite grösser als durch die Oberseite. Auffallend ist es, dass die Wassergehaltszunahme der ganz untergetauchten Blätter (7,01) bedeutend grösser ist, als die Summe von O.-S. und U.-S. (4,09). Dasselbe ergab ein zweiter, ebenso ausgeführter Versuch mit *Helianthus*, und zu einem gleichen Resultat gelangte auch Wiesner[1]) bei verschiedenen Pflanzen bezüglich der Laubblätter.

Dieser Zahlenunterschied erklärt sich, wie ich glaube, hauptsächlich daraus, dass die nur auf einer Seite schwimmenden Corollen der *Helianthus*-Blüthen in Folge mehrerer Umstände nicht in einen so allseitigen und vollkommenen Contact mit dem Wasser kamen, als wie es bei den ganz untergetaucht gehaltenen Blättern der Fall war. Einen gewissen, allerdings unwesentlichen Einfluss dürfte auch die individuelle Verschiedenheit der Versuchsobjekte gehabt haben.

---

1) l. c. p. 243.

52. M. Westermaier: Zur Kenntniss der osmotischen Leistungen des lebenden Parenchym's.

Eingegangen am 6. October 1883.

I.

Endosmotische Saugung.

Schon mehrfach und neuerdings durch Zimmermann's Kritik der Böhm-Hartig'schen Gasdrucktheorie (Berichte der deutschen Botanischen Gesellschaft Heft 4 p. 183) ist jene Vorstellung als unhaltbar zurückgewiesen worden, der zu Folge das Wasser im Gefässsystem der Pflanzen durch Luftverdünnung im oberen Stammtheil auf eine Höhe von 300 Fuss und höher emporgeschafft werden soll. Zimmermann's Arbeit ergab insbesondere, dass es sich bei der Fortpflanzung der Saugung innerhalb der angenommen Jamin'schen Kette allerhöchstens um eine Strecke von 10 *m* handeln könne. Dieser allergünstigste Fall setzt bei Tracheen eine Druckdifferenz von einer Atmosphäre zwischen Spitze und unterem Baumtheil voraus, bei geschlossenen Tracheiden eine ebenso grosse Differenz und hier noch ausserdem einen verschwindend kleinen Filtrationswiderstand der einzelnen Membran.

Schreitet man auf dem Wege vorwärts, welcher zur Erklärung der Wasserbewegung in die Spitzen der hohen und höchsten Bäume führt, so richtet sich naturgemäss unser Augenmerk auf ein anderes Gewebesystem, welches gleich dem todten Gefässsystem ebenfalls ein integrirender Bestandtheil des Hadrom's ist, nämlich auf das System der lebenden Zellen des Holzes, auf die Holzparenchymzellen sammt den Markstrahlen. Es handelt sich also zunächst um die Leistungsfähigkeit der genannten Xylemelemente in Hinsicht auf die fragliche Wasserbewegung, und zwar lautet die Frage, ob die lebenden Zellen des Holzes für sich allein fähig sind, vermöge ihrer Wasser anziehenden Kraft (also auf dem Wege endosmotischer Saugung) Wasser auf die verlangte Höhe von 300—400 Fuss emporzuschaffen.

Dies wäre in der Weise denkbar, dass eine lebende Zelle (Holzparenchym- oder Markstrahlzelle) in dem obersten Theil eines Baumes, nachdem sie Wasser verloren hat, auf die nächst untere, anstossende, Wasser entziehend wirkt, letztere Zelle ebenso auf die nach unten folgende und so fort bis zum unteren Baumtheil. Daraus würde folgen, dass der Filtrationswiderstand der Membran nicht hinreicht, um die Aufwärtsbewegung des Wassers in den endosmotisch thätigen Zellen unterhalb der betreffenden Baumhöhe zu sistiren.

Die Maximalleistung der endosmotischen Saugung im isolirt gedachten Parenchym anzugeben, bin ich nun allerdings nicht in der Lage. Es ist dies eine Lücke in meinen Schlussfolgerungen. Doch ist dies vielleicht im Hinblick auf zwei bekannte Thatsachen nicht von principieller Bedeutung. Denn für's Erste ist das lebende Parenchym im Holz bekanntlich nicht durch isolirten Verlauf, sondern im Gegentheil durch seine vielfältige, durch Poren vermittelte Communication mit dem Gefässsystem characterisirt, und zweitens wissen wir, dass Parenchym im Zustand der Turgescenz Flüssigkeit in angrenzende todte Elemente hinein filtriren lässt. Es erscheint nun die Annahme gerechtfertigt, dass tiefer gelegene Parenchymzellen, wenn auch nicht immer, doch im Allgemeinen zu dieser Wasserausscheidung früher gelangen als beträchtlich höher liegende, und meiner Ansicht nach könnte man nun nicht mehr von einer Bewegung des Wassers einzig auf dem Wege der endosmotischen Saugung im Parenchym reden; wir hätten nämlich schon eine combinirte Thätigkeit des Parenchym- und des Gefässsystems vor uns. Weil also im Holz isolirte Parenchymstränge von grosser Länge unseres Wissens überhaupt fehlen, verliert die Frage, wie lang ein schlaffer Parenchymstrang sein darf, der bei eingetauchtem unterem Ende bis oben sich unter günstigen Verhältnissen turgescent zu saugen vermag, etwas an Bedeutung.

Die Kenntniss des Maximalleistung wäre trotzdem sehr erwünscht gewesen, doch muss ich mich damit begnügen, zu zeigen, dass eine derartige Saugung in einem isolirten Parenchymstrange auf eine gar nicht unbeträchtliche Entfernung hin erfolgen kann. Nachstehend theile ich die von mir hierüber angestellten Versuche mit.

Als Untersuchungsmaterial dienten Stränge aus Markgewebe von *Helianthus annuus.* An den unteren Stammtheilen ist im Sommer nur der peripherische Theil des Markes saftig, an den oberen das gesammte Markgewebe. Präparirt man einen solchen Markstrang vom Gefässbündelring frei, so ist der Parenchymstrang entweder schon durch Wasserverlust erschlafft oder wird an der Luft in einigen Stunden schlaff. Fin solcher erschlaffter Strang wird nun in einem Glascylinder von 9—10 *cm* Durchmesser im Lumen und 80—100 *cm* Höhe aufgehängt, mit seinem unteren Ende im Wasser eingetaucht, und ein bis mehrere Tage hängen gelassen. Um eine weitere Verdunstung herabzudrücken oder ganz zu verhindern, war der Cylinder durch eine mit Fett beschmierte Glasplatte bedeckt und die Innenseiten des Cylinders mit feuchtem Filtrirpapier ausgekleidet. Letzteres tauchte ebenfalls unten in's Wasser, so dass es immer feucht blieb.

Ein Strang, welcher vom Wasserspiegel, in den er tauchte, bis an sein oberes Ende 80 *cm* mass, wurde auf diese Weise bis oben steif, d. h. also turgescent. Dauer des Versuchs 36—48 Stunden. Bei einem anderen Versuch war das über dem Wasser befindliche Stück 57 *cm* lang. Der Strang war noch nicht sehr schlaff beim Einhängen; in ca. 24 Stunden war das ganze 57 *cm* lange Stück turgescent ohne merkliche Abnahme der Steifheit nach oben

Manchmal beobachtet man, dass in einem schlaffen Parenchymstrang, der in solcher Weise mit seinem untersten Ende in Wasser taucht, eine Stelle oben steif wird, während tieferliegende Parthieen noch schlaff sind. Dieses Verhalten gehört wohl zu jener Kategorie von Erscheinungen, welche Nägeli (Nägeli & Schwendener, Mikroskop p. 383) an Fettpflanzen und Kartoffeln constatirte, wenn dieselben der allmäligen Verdunstung ausgesetzt wurden. An der betreffenden Stelle haben die Parenchymzellen aus gewissen Gründen, vielleicht wegen höherer Concentration des endosmotisch wirksamen Stoffes, eine grössere wasseranziehende Kraft, die sich auf ihre nächste Umgebung erstreckt, und so kann es kommen, dass höher gelegene Partieen eines Stranges sich aus tieferliegenden früher turgescent saugen, als diese letzteren dazu gelangen durch Schöpfen aus dem ihnen näher befindlichen Wasserreservoir.

Ich gehe nun dazu über, Folgerungen aus dem Gesagten zu ziehen und zu zeigen, wie unter Zugrundelegung der beschriebenen einfachen Thatsache von der Saugung im Parenchym der Gang der Wasserbewegung in die grössten Höhen hinauf construirbar ist, nämlich mit Hülfe der combinirten Thätigkeit der beiden Gewebesysteme, des todten trachealen und des lebenden parenchymatischen Systems.

II.

Theoretisches über die Rolle des Parenchyms und der Gefässe (incl. Tracheïden) bei der Wasserbewegung im Holz.

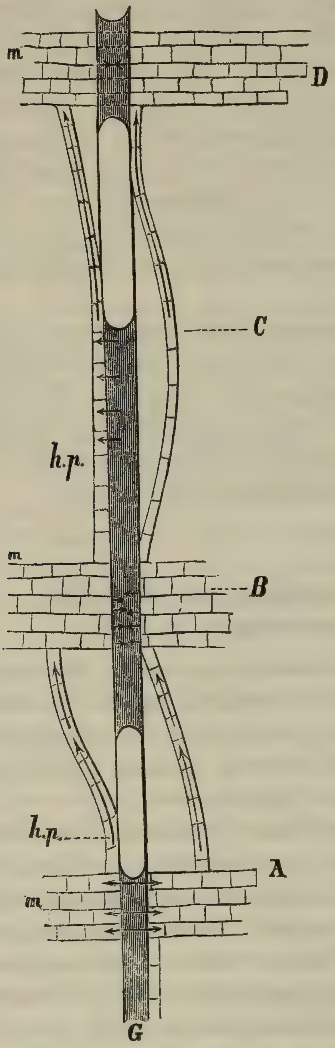
Eine befriedigende Lehre von der Wasserbewegung im Holz muss der Anatomie Rechnung tragen. Jeder Fortschritt in der Gewebephysiologie ist eine neue Bestätigung des Satzes, dass die Ergründung einer unbekannten Gewebefunction gerade durch genaue Berücksichtigung des anatomischen Baues wesentlich gefördert wird.

Es drängt sich nun bei der anatomischen Betrachtung der Holzstruktur dem Beobachter so zu sagen als anatomischer Grundzug die Thatsache auf, dass zwischen dem Gefässsystem einerseits und dem parenchymatischen System (Holzparenchym nebst Markstrahlen) andererseits nicht bloss ein vielfältiger Contact besteht, sondern, dass in diesen Berührungspunkten beider Systeme die Communikation durch Poren erleichtert, bisweilen sogar in auffälliger Weise gefördert ist[1]).

---

[1]) Aus neuerer Zeit vergleiche man hierüber mehrere Arbeiten aus der Schwendener'schen Schule: J. Troschel, 1879, Untersuchungen über das Mestom etc., Paul Schulz, 1882, Das Markstrahlengewebe etc.; W. Krah, 1883, Ueber die Vertheilung der parenchymatischen Elemente etc.

Die nun folgende Darstellung von der Wasserbewegung basirt einmal auf der Voraussetzung, dass es sich bei der Füllung des Gefässsystems eines Baumes während reichlicher Wasserzufuhr zum Wurzelsystem einzig und allein um das Problem handelt: Wiederherstellung der Jamin'schen Kette. Die einzelnen Wassersäulen in der Kette müssen sich zweitens selbst tragen, d. h. dürfen eine gewisse Länge — nach Zimmermann (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd I, Heft 4 p. 184) etwa $\frac{1}{6}$ der capillaren Steighöhe — nicht überschreiten. Das Abwechseln von Luft- und Wassersäulen, also das Vorhandensein einer Jamin'schen Kette überhaupt, ist eine mehrfach beobachtete Thatsache. Untersuchungen über die Länge der vorkommenden Wassersäulen sind allerdings bis jetzt nicht angestellt. Wohl aber wissen wir a priori, dass Wassersäulen, welche die gedachte Länge überschreiten, mit dem Uebermass ihres Gewichtes die unterliegende Luftblase zusammenpressen, und dass Reihen solcher übermässig langer Wassersäulen auf grössere Entfernung nach unten hin die Luft komprimiren würden, und dass endlich, wenn sich, abwechselnd mit Luftblasen, lauter übergrosse Wassersäulen von der Basis bis in die Spitze eines Baumes erstrecken, beim Abschneiden des Stammes in einiger Entfernung von seiner Spitze Wasser mit einer gewissen Gewalt hervortreten müsste. Solche Erscheinungen aber, sowie überhaupt comprimirte Luft in den Gefässen gehören wohl nicht zu den gewöhnlichen Vorkommnissen.



An nebenstehender Figur soll nun der Gang des Wassersteigens erläutert werden.

Die Punkte *A*, *B*, *C*, *D* gehören über einander liegenden Niveaus an. Wir sehen ein Gefäss (*G*), Holzparenchym (*h. p.*) und Markstrahlen (*m*). *A* sei der Nullpunkt, von dem wir ausgehen. Es steht also das Wasser im Gefäss *G* im Niveau des Punktes *A*; auf dieser

Höhe wird es gehalten durch die endosmotisch wirksamen, Wasser ausscheidenden Parenchymzellen im Wurzelsystem und in dem unter *A* liegenden Stammtheil. Es ist aber gleichgültig für unsere Betrachtung, ob der Punkt *A* 10 *m* oder 1 *m* oder noch weniger hoch über dem Boden liegt.

Jedenfalls wird sich dasjenige Parenchym, welches dem Gefässsystem im Niveau *A* angrenzt, aus diesem System schöpfend, nach und nach in den Zustand eines gewissen Wasserreichthums versetzen können.

In *B* und oberhalb *B* seien die Parenchymzellen etwas wasserarm geworden. Sie wirken saugend auf unterliegende wasserreichere Parenchymzellen des Holzes. Auf eine gewisse Entfernung wirkt, wie wir oben sahen, diese saugende Kraft; der Abstand zwischen *A* und *B* repräsentire diese Strecke. Durch diese Saugung innerhalb des Parenchyms können also auch Zellen im Niveau *B* allmählich zu höherem Wassergehalt und schliesslich in jenen Zustand gelangen, in welchem aus ihnen Wasser in das mit verdünnter Luft gefüllte Gefässsystem hineinfiltrirt. Die ausgeschiedenen Wassertröpfchen lassen wir zu einer kleinen Wassersäule sich sammeln; diese Wassersäule wächst nun nach beiden Richtungen hin, nach unten und nach oben; wichtig ist, dass sie sich bis zu einer gewissen Länge selbst trägt, bis dahin also nicht den Wasserstand im Gefässystem bei *A* durch ihr Gewicht herabdrückt! Bevor aber die maximale Länge erreicht wird, ist es schon sicher ein höheres Niveau, nämlich *C*, bis zu welchem ein höherer Turgor der Parenchymzellen durch Schöpfen aus den Gefässen sich entwickelt. Jetzt kann sich wiederum die saugende Kraft des Parenchyms geltend machen. Wie vorhin abwärts von *B* nach *A* die endosmotische Saugung wirkte, so wird sie nun von *D* nach *C* sich erstrecken und zwar mit dem schliesslichen Erfolge eines höheren Wassergehaltes in *D*. Nachdem nun in *D* der hydrostatische Druck innerhalb der Parenchymzellen so hoch gestiegen ist, dass der Filtrationswiderstand der Membranen, welche Parenchym und Gefässe scheiden, überwunden wird, dann erfolgt in *D* wie vorhin in *B* Filtration in die mit verdünnter Luft gefüllten Gefässe hinein.

Wiederum betone ich, dass die entstehende und heranwachsende Wassersäule sich bis zu einer gewissen Länge selbst trägt. In dieser Weise gehe das Spiel fort.

Frägt man nach den wirklichen Abständen der Punkte *A*, *B*, *C*, *D*, so kann man die Distanzen *A*—*B* und *C*—*D* nach unseren obigen Erfahrungen auf 80 *cm* und wohl auch auf mehr veranschlagen. Die Länge der Wassersäulen aber, die sich selbst tragen, d. h. also durch Capillarität gehalten werden, würde nach Obigem bei einem Gefässdurchmesser von 100 Mik. 5 *cm*, bei 25 Mik. Durchmesser 20 *cm* betragen.

Zwei Kräfte sind hiernach im Spiel: die endosmotische Kraft und die Capillarität; bewegend wirkt aber nur eine einzige, die endosmotische Kraft und zwar theils durch Erzeugung eines hohen hydrostatischen Druckes, welcher eine Filtration in die Gefässe (Tracheïden) veranlasst, theils durch Saugung im Parenchym; die Capillarität wirkt bloss haltend, nicht bewegend. So ist mit Zuhülfenahme der zwei genannten Kräfte, welche in den beiden Gewebesystemen thätig sind, das Steigen des Wassers auf beliebige Höhen construirbar.

Hier findet ein Citat passenden Platz, welches ich dem „Mikroskop“ von Nägeli und Schwendener entnehme, und das sich nicht bloss im Allgemeinen auf vorliegende Frage bezieht, sondern ganz und gar auf das hier behandelte Problem der Wasserbewegung anwendbar ist.

Nachdem die Verfasser (S. 382) die in Betracht kommenden Kräfte erörtert, wobei allerdings die endosmotische Leistung lebender Zellen zu gering veranschlagt wurde, ziehen die beiden Forscher die Schlussfolgerung: „Es bleibt also nichts Anderes übrig, als dieselben (die bewegenden Kräfte nämlich) auf zahlreiche, nahe liegende Punkte zu vertheilen, und da kein Grund vorliegt, sie auf bestimmte Zellen im Gewebe zu conzentriren, so erscheint es am natürlichsten, jede einzelne saftführende Zelle damit auszustatten.“

Nach obiger Darstellung trifft dies buchstäblich zu: Denn jede beliebige lebende Zelle im Holzkörper hat ohne Zweifel sowohl die Fähigkeit, zu saugen, nämlich Wasser aus einem anstossenden Gefäss oder aus einer benachbarten wasserreicheren lebenden Zelle an sich zu ziehen, als auch das Vermögen, Flüssigkeit in die Gefässe hinein filtriren zu lassen, und in diesen Fähigkeiten liegt die einzige bewegende Kraft.

Eine mächtige Stütze der von mir vertretenen Auffassung von der Wasserbewegung liegt darin, dass sie mit den anatomischen Verhältnissen in Zusammenhang steht. Es ist, wie schon angedeutet, bei Erforschung der Funktionen eines Gewebesystems so zu sagen ein unfehlbares Prinzip, den anatomischen Sachverhalt stets vor Augen zu haben, und so wird es keineswegs überraschen, wenn uns auch hier, wie sonst, die physiologische Bedeutung aus dem anatomischen Bau entgegenleuchtet. Meines Erachtens lässt sich die Richtigkeit einer Theorie von der Funktion eines Gewebesystems mit grosser Sicherheit dadurch prüfen, dass man verlangt, die betreffende Lehre müsse über einen anatomischen Grundzug Licht verbreiten. Dieser Grundzug ist in unserem Falle die bekannte anatomische Wechselbeziehung zwischen Gefässen und Tracheiden einerseits, Holzparenchym und Markstrahlen andererseits.

Wenn ich noch versuche, meine Auffassung über den Vorgang des Wassersteigens gegenüber der „Imbibitionstheorie“, „Gasdrucktheorie“ bündig zu bezeichnen, so möchte die von mir vorhin geschilderte Bewegung als „Kletterbewegung“ zu charakterisiren sein. Um dies Bild zu rechtfertigen, diene Folgendes. Zum Klettern sind nothwendig bewegende Muskeln und feststehende Sprossen. Die bewegenden Kräfte liefern die lebenden Zellen des Holzes mit ihrer endosmotischen und Filtrations-Thätigkeit; die feststehenden Leitersprossen bietet die Capillarkraft, indem sie Wassersäulen bis zu einer gewissen Länge trägt, d. h. sie nicht auf ihre Unterlagen drücken lässt.

Weiteren Untersuchungen bleibt es vorbehalten, uns nebst Anderem auch über die Schnelligkeit dieser Wasserbewegung Kenntniss zu verschaffen, sei es auf mikroskopischem Wege, sei es mit Zuhülfenahme genauer Wägungen, wie sie von R. Hartig ausgeführt wurden. In wiefern bei dem besprochenen Aufbau der Jamin'schen Kette das Vorhandensein der ringförmigen und leiterförmigen Querwandreste in den Gefässen von Bedeutung sei, dieser Punkt mag hier nur angedeutet sein. Bei den Monocotylen, wo bekanntlich der Contact zwischen Holzparenchym und Gefässen zu einem continuirlichen sich gestaltet, dürften das eben erwähnte Verhältniss sowie die S. 373 besprochene Eigenthümlichkeit von besonderem Belang sein.

Die folgenden Zeilen beziehen sich auf die neueste Veröffentlichung Dufour's: „Ueber den Transpirationsstrom in Holzpflanzen“ (Würzburg 1883).

So lange die hohe Beweglichkeit des Imbibitionswassers in den verholzten Membranen weder als vorhanden sicher nachgewiesen, noch widerlegt ist, verstösst weder derjenige, der die Imbibitionstheorie annimmt, noch jener, welcher sie ignorirt, gegen erwiesene Thatsachen.

Dufour bezeichnet in seiner vorläufigen Mittheilung das in den Hohlräumen (der Gefässe und Tracheiden) des Holzes vorhandene Wasser als „Vorrath“ für die Fälle einer gesteigerten Verdunstung und Fortführung in den Zellwänden. Wie dieser Vorrath in die Gefässlumina der Krone gelangt, diese Frage lässt der Autor ausdrücklich offen. Hier in meinem Aufsatz ist gerade von diesen Wasservorräthen, resp. von ihrem Emporsteigen die Rede. Für den auf dem Standpunkt der Imbibitionstheorie Stehenden ist dies eine für sich bestehende Frage von geringerer Bedeutung — denn für ihn sind die Wasservorräthe im Lumen nicht absolut nothwendig —; von prinzipieller Bedeutung aber ist diese Frage für denjenigen, welcher den nicht erwiesenen Imbibitionsstrom negirt und in dem Aufsteigen der „Vorräthe“ zugleich den hauptsächlichsten Vorgang bei der Wasserbewegung erblickt. Dies im Allgemeinen.

Im Besonderen bemerke ich Folgendes.

Dufour's erstes Experiment bestand darin, dass er einen Ast (z. B. von *Salix alba*) mit aller Schärfe einknickte und in dieser Lage festband; der Gipfel blieb Monate lang vollkommen frisch. Es konnte andererseits durch das abgeschnittene Stück, welches die Knickungsstelle enthielt, bei einem Druck von 85 *cm* Quecksilber kein Wasser durchgepresst werden. Ferner brachte der genannte Verfasser an den entgegengesetzten Seiten eines Astes (bei verschiedenen Holzpflanzen) nahe über einander zwei tiefe Einkerbungen an, welche die mittlere Axe sogar etwas überschritten. Solche Zweige blieben lange Zeit lebend, und wiederum wurden die betreffenden Stücke mit den Einkerbungen in geeigneter Weise auf ihre Permeabilität geprüft und in mehreren Fällen sogar als absolut impermeabel befunden. Aus beiderlei Experimenten schliesst dann der Vertheidiger der Imbibitionstheorie, dass das Transpirationswasser im Innern des Membranengerüstes im imbibirten Zustande emporsteige.

Den beiden Versuchen Dufour's mangelt die Beweiskraft in den Augen derer, welche auf anatomische Verhältnisse Gewicht zu legen gewohnt sind. Wer die Anatomie beachtet, — eine unerlässliche Forderung für den Gewebephysiologen —, zieht in Betracht, dass das parenchymatische Gewebe im Holzkörper ein in radialen Platten (Markstrahlen) und in mehr oder weniger longitudinalen und besonders auch in tangential schiefen Strängen (Holzparenchym) verlaufendes System ist. Es ist also einleuchtend, dass über einander stehende opponirte Einkerbungen, welche sogar die Axe überschreiten, die Continuität dieses Systems nicht unterbrechen. Der Knickungsversuch Dufour's aber lässt uns ebenfalls darüber zweifelhaft, ob an der Einknickungsstelle in der betreffenden Querschnittsfläche der Contact der lebenden Zellen des Xylems oberhalb der Knickung mit denen unterhalb dieser Stelle vollkommen zerstört ist.

III.

Hydrostatischer Druck und endosmotische Kraft in Zellen mit schwach concentrirtem Zellsaft.

Wie bekannt, besitzen wir von Pfeffer, H. de Vries, N. I. C. Müller, Ambronn Versuche, welche, ganz allgemein gesprochen, auf hohe endosmotische Leistungen in den von ihnen untersuchten pflanzlichen Geweben schliessen lassen.

Pfeffer[1]) operirte mit reizbaren Organen (Staubfäden von *Cynara Scolymus*, Blattstielgelenk von *Mimosa pudica*, Bohnenblattgelenke). In den Zellen der Bohnengelenke beträgt nach der Berechnung dieses Forschers der hydrostatische Druck mindestens 7 Atmosphären, in den Zellen des Hauptblattstielgelenkes einer *Mimosa* über 5 Atmosphären. Nach Ambronn's[2]) Untersuchung saftiger Gewebe junger Blattstiele und Internodien erreicht dieser Druck eine Höhe von ca. 10 Atmosphären.

---

1) Pflanzenphysiologie I, 54; ebenda die Resultate von de Vries und N. I. C. Müller.

2) Pringsheim's Jahrbücher XII.

Im Anschluss hieran versuchte ich nun auf experimentellem Wege zur Lösung nachstehender zwei Fragen beizutragen:

1. Wie hoch ist der hydrostatische Druck ausgewachsener lebender Zellen, deren Zellsaft eine so geringe Concentration besitzt, dass die Plasmolyse schon durch zwei-procentige Kalisalpeterlösung hervorgerufen werden kann?

2. Wie gross ist die endosmotische Kraft, welche Zellen mit so verdünnten Zellsaft zu entfalten vermögen?

Das von mir gewählte Untersuchungsobjekt war das epidermale Wassergewebe ausgebildeter *Peperomia*-Blätter (*Pep. latifolia*, *Pep. magnoliaefolia*). Die Zellen dieses Gewebes entsprechen der oben gestellten Bedingung in der That, indem das Zurückziehen des Primordialschlauches schon durch eine 2procentige Kalisalpeterlösung hervorgerufen wird. Dieser geringe Concentrationsgrad scheint gerade im epidermalen Gewebe weiter verbreitet zu sein; sehr schön ist die Plasmolyse durch 2procentige Kalisalpeterlösung in den rothen Zellen der Blattunterseite von *Tradescantia discolor* zu sehen.

H. de Vries hielt seiner Zeit schon eine 4–5 procentige Kalisalpeterlösung im Allgemeinen für die geringste Concentration, bei welcher der plasmolytische Vorgang einzutreten pflegt.

Die folgenden Bemerkungen beziehen sich nun im Allgemeinen auf den Versuch, welcher uns über die Höhe des hydrostatischen Druckes, in zweiter Linie aber auch über die Grösse der endosmotischen Kraft Aufschluss geben soll.

Eine geschlossene Blase (Schweinsblase) sei mit einer beliebigen Salzlösung gefüllt und liege in destillirtem Wasser. Die untergetauchte Blase werde nun allmählich mit immer grösserem Gewicht so lange belastet, bis schliesslich unmittelbar nach Wegnahme der Belastung deutliche Collabescenz-Erscheinungen an der Blase sich zeigen. Das Vorhandensein von Einfaltungen an der Blase beweist uns dann, dass der Druck der im Innern befindlichen Flüssigkeit auf die Innenfläche der Membran, d. h. also der hydrostatische Druck, jedenfalls kleiner ist als eine Atmosphäre. Vor dem Auflegen der Gewichte, und so lange während der anfänglichen Belastung die Erscheinung des Collapsus noch nicht eintrat, die Membran vielmehr ganz gespannt war, betrug derselbe mehr als eine Atmosphäre. Durch Steigerung der Belastung wird somit der hydrostatische Druck der Flüssigkeit, diese für sich allein betrachtet, allmählich vermindert, indem nämlich Flüssigkeit ausgepresst wird. Dasselbe Resultat, die Collabescenz, wäre natürlich auch zu erreichen durch Austrocknen an der Luft oder durch Einwirkung concentrirterer Lösungen von aussen.

Uns kömmt es aber darauf an, jenes kleinste Gewicht kennen zu lernen, das eben im Stande ist, den hydrostatischen Druck unter eine Atmosphäre herabzumindern. Um dieses Gewicht in Atmosphären ausdrücken zu können, hat man nur nöthig, den Druck zu bestimmen, welcher auf einen beliebigen Bruchtheil der Blasenoberfläche wirkt.

Giebt man zu diesem Behufe jener Blase die Gestalt eines cylindrischen Lampions, an welchem die Einfaltungslinien durch Ringe vorgezeichnet sind, so ist dadurch nicht blos die Richtung des allmählichen Zusammenfallens regulirt, sondern es lässt sich eine auf die obere messbare Endfläche des Cylinders gleichmässig vertheilte Belastung in Atmosphären ausdrücken; man hat nur die Anzahl von Grammen, welche auf 1 □*mm* Fläche drücken, mit 10,3 zu dividiren. Von der gedrückten Fläche aus pflanzt sich der Druck in der Flüssigkeit im Innern der Blase nach allen Richtungen gleichmässig fort. Die Wahl einer lampionartigen cylindrischen Blase ermöglicht das Gleichbleiben der gedrückten Fläche.

Denkt man sich nun eine Anzahl cylindrischer Blasen oder Zellen mit einander seitlich fest verwachsen, so bewirkt auch bei einer solchen Zellgruppe ein auf die oberen Endflächen aufgelegtes hinlänglich grosses Gewicht ein Collabiren in einer Richtung, und eine derartige Beschwerung stellt, falls kein Auseinanderweichen der Zellen stattfindet, eine immer gleiche Belastung pro Flächeneinheit dar.

Im letzten Fall würde uns also bekannt, welcher Druck, in Atmosphären ausgedrückt, dem hydrostatischen Druck in den Zellen annähernd gleichkommt. Die Grösse des hydrostatischen Druckes liegt nämlich zwischen jenem kleinsten Gewicht, welches Collabescenz hervorruft, und dem grössten Gewicht, bei welchem noch kein Collapsus eintritt.

Gehen wir jedoch, fussend auf den Untersuchungen bekannter Autoren (Brücke, Pfeffer), um einen Schritt weiter.

Der osmotisch wirksame Stoff im Innern einer Blase, welche an Wasser grenzt, bewirkt einen Einstrom. Der steigende Druck der Membran auf die Flüssigkeit in der Blase erzeugt andererseits einen Ausstrom. Der Gleichgewichtszustand zwischen Ein- und Ausstrom ist angezeigt durch die maximale Druckhöhe in der geschlossenen Blase. Ist diese Druckhöhe erreicht, dann gehen momentan in der Zeiteinheit gleiche Flüssigkeitsmengen nach innen und nach aussen. Es ist dann, wenn wir die endosmotische Kraft, welche den Einstrom erzeugt, mit E, den hydrostatischen Druck mit H und die Widerstände, welche den beiden Strömen im Wege stehen, mit W und W_1 bezeichnen,

$$\frac{E}{W} = \frac{H}{W_1}$$

Sind W und W_1 ungleich gross, dann verschafft uns die experimentelle Bestimmung von H keine Kenntniss über die Grösse von E. Dies ist der Fall, wenn der im Innern der Blase befindliche gelöste Körper zu diosmiren vermag. Dann ist $W > W_1$; denn es wirkt der den Ausstrom erzeugende Druck auf den ganzen Querschnitt eines durch die

Interstitien dargestellten Kanals; der Einstrom hingegen hat seine Bahn nur in der Peripherie eines solches Kanals, während die axile Mittelpartie der Hydrodiffusion dient. Ein Strom aber, welcher im gesammten Querschnitt eines (z. B. cylindrischen) Kanals sich bewegt, hat einen geringeren Reibungswiderstand zu überwinden, als ein anderer, der sich nur an der Wand des cylindrischen Kanals bewegen kann.

Die Grössen der Reibungswiderstände W und W_1 werden einander um so mehr gleich, je weniger Salz nach aussen passiren kann. W und W_1 sind endlich gleich gross, wenn kein Salz nach aussen zu diosmiren vermag. Denn in diesem Falle begegnen sich die beiden Ströme im gesammten Querschnitt der ausserordentlich engen Kanälchen. Eine Hydrodiffusion kommt dann überhaupt nicht zu Stande.

Es ist nun klar: Wenn es gelingt, bei gleicher Grösse von W und W_1 die Höhe des hydrostatischen Druckes H in Atmosphären zu bestimmen, dann ist aus H auf die Grösse von E direkt zu schliessen. Denn wenn $\frac{E}{W} = \frac{H}{W_1}$ und $W = W_1$, dann ist $E = H$.

Die Annahme der Gleichheit von W und W_1 halte ich für zulässig unter Hinweis auf Pfeffer's Versuch (Osmotische Untersuchungen, S. 159). Ein sorgfältig gewaschenes Stück einer zuckerreichen rothen Rübe lag hierbei während 6 Stunden in 100 *ccm* Wasser. Letzteres ergab, mit Fehling'scher Lösung geprüft, keine Spur von Zuckerreaktion.

Unter der Voraussetzung also, dass die Gleichheit von W und W_1 angenommen werden darf, giebt ein auf obige Weise angestellter Pressungs-Versuch zugleich Aufschluss über die Grösse von H und von E.

Die mit mächtigem Wassergewebe versehenen Blätter von *Peperomia latifolia* und *magnoliaefolia* waren, wie schon gesagt, mein Versuchsobjekt. Die Zellen dieses Gewebes besitzen bei reichlicher Wasserversorgung gespannte Membranen; dagegen sind sie nach erlittenem Wasserverlust auf den Radialwänden mit Falten versehen, also collabirt. Solche Blattstücke mit collabirten Zellen saugen sich beim Einlegen in Wasser wieder voll.

Kreisförmige Scheibchen dieser Blätter (etwa von 6 *mm* Durchmesser) wurden im wassererfüllten (turgescenten) Zustand allmählich stärker belastet und dabei immer mit Wasser umgeben gehalten. Schliesslich war jenes Gewicht erreicht, nach dessen Wegnahme Collapsus der Wassergewebezellen deutlich beobachtet werden konnte.

Etwas geringere Belastung in einem anderen Versuch erzeugte noch keine Collabescenz. Das aufgelegte Gewicht sowohl als die Kreisfläche des Scheibchens waren bekannt, und somit war auch der wirksame Druck in Atmosphären auszudrücken.

Eine Scheibe von 6 *mm* Durchmesser war ungefähr 12 Stunden mit ca. 870 *g* belastet, und es zeigten die Zellen nach Wegnahme der

Gewichte und bei sofortiger mikroskopischer Untersuchung keine Collabescenz; somit betrug der Druck etwas über 3 Atmosphären. 4 Atmosphären erzeugten in einem anderen Fall in etwa gleicher Zeit Collapsus. Ein anderes Scheibchen zeigte schon bei 3 Atmosphären schwach beginnende Collabescenzerscheinungen.

Zwischen 3 und 4 Atmosphären liegt also nach meinen Versuchen die Höhe des hydrostatischen Druckes in den besagten Zellen.

Die Methode der Belastung suchte ich allmählich zu vervollkommnen. Schliesslich operirte ich mit einer Waage, die nach dem Prinzip der Brückenwaagen konstruirt ist. Die Schalen bewegen sich senkrecht nach unten und ruhen auf metallenen Leisten; eine solche Leiste endigt unter der Waagschale am äusseren Rande der Waage. Wird im Gleichgewichtszustand der Waage ein Gewebescheibchen, bedeckt mit einer kleinen Glasplatte und ruhend auf einem Objektträger, unter das Ende dieser Leiste geschoben, so dass die Waagschale nur ganz leicht auf dem Scheibchen aufruht, und werden nun Gewichte auf die Schale gelegt, so erzeugt man einen gleichmässigen vertikalen Druck auf das (von Wasser umgebene) Scheibchen. Die Zellen dürfen nicht zum Platzen, sondern sollen nur zum Collabiren gebracht werden. Das Auflegen der Gewichte muss daher vorsichtig erfolgen.

Zerlegen wir noch die Vorgänge bei unserem einfachen Versuche mit den *Peperomia*-Blättern, so werden wir zu dem Schluss gelangen: Jenes grösste Gewicht, das in mehreren Stunden noch keinen Collapsus verursachte, giebt uns nicht allenfalls bloss die Grösse des Filtrationswiderstandes des lebenden Primordialschlauches, sondern den hydrostatischen Druck H und unter der Voraussetzung, dass von dem diosmotisch wirksamen Stoff durch den Primordialschlauch Nichts passirt, auch die Grösse der endosmotischen Kraft (E).

Denkt man sich nämlich die Zellen des Wassergewebes ohne Belastung in Wasser liegend, so werden in jener Zeit, in welcher der höchste Turgor erreicht ist und also keine Volumenzunahme mehr stattfindet, Einstrom und Ausstrom einander das Gleichgewicht halten. Ist nun trotz mehrstündiger Pressung mit 1, 2, 3 Atmosphären nach Wegnahme der Gewichte kein Collapsus zu beobachten, so ist daraus zu entnehmen, dass ungeachtet der momentanen Störung des Gleichgewichtszustandes sofort nach Auflegen einer Last sich immer wieder das Gleichgewicht zwischen Ein- und Ausstrom hergestellt hat. Obwohl also im obigen Versuch ein Druck von über 3 Atmosphären aus den Zellen Flüssigkeit herauszupressen suchte, verminderte sich doch das Volumen der Zellen nicht so, dass nach Wegnahme der Belastung Einfaltungen der Membranen da waren. Ein dem Ausstrom aequivalenter Einstrom machte sich eben trotz des Membrandruckes von etwas über 3 Atmosphären geltend; seine (des Einstroms) Triebkraft ist aber keine andere als die endosmotische; ihre Grösse ist in unserem Falle also auch etwas über 3 Atmosphären.

Es sei somit wie oben E die endosmotische Kraft in den Wassergewebezellen und H der hydrostatische Druck in denselben. W und W_1 seien die Widerstände, welche dem Ein- und Ausstrom entgegenstehen. W sei $= W_1$, d. h. es gehe von dem diosmotisch wirksamen Körper während des Versuches Nichts durch den Primordialschlauch nach aussen. Dann ist der erste Gleichgewichtszustand gegeben durch

$$\frac{E}{W} = \frac{H}{W_1}$$

Durch Auflegen eines Gewichtes g tritt im ersten Moment eine Störung dieses Gleichgewichtszustandes ein; denn g addirt sich anfangs zu H. Wir haben also

$$\frac{E}{W} < \frac{H + g}{W_1}$$

Das durch g repräsentirte Übergewicht presst nun eine gewisse Menge Wasser aus der Zelle, so dass H kleiner wird, und zwar soll es zu h werden. Der Gleichgewichtszustand wird dann wieder hergestellt, und wir haben

$$\frac{E}{W} = \frac{h + g}{W_1}$$

Während allmählich mehr Gewichte aufgelegt werden, ohne dass bei Wegnahme derselben Collapsus zu beobachten ist, wird g immer grösser, h immer kleiner. Schliesslich ist g so gross, dass die Zellen collabiren; kurz vorher war der durch g repräsentirte Druck annähernd gleich dem hydrostatischen Druck H; denn h ist in diesem Stadium fast 0 und $g + h = H$. —

Vor der Thatsache stehend, dass der hydrostatische Druck in unserm Falle etwas über 3 Atmosphären beträgt, und angesichts der daraus gezogenen Folgerung betreffs der Höhe der endosmotischen Kraft ist der Schluss naheliegend, dass die endosmotische Kraft in collabirten Zellen im vorliegenden Fall bei einem Druck von circa 3 Atmosphären die Membranen gerade zu strecken vermag. (Bei einer Blattflächengrösse von 6000 □*mm* könnte hiernach ein Gewicht von etwa 180 *kg* von einem einzigen Blatt auf eine kleine Höhe gehoben werden.)

Ich kann den vorstehenden Aufsatz nicht beschliessen, ohne dankbarst der Förderung zu gedenken, welche mir bei Abfassung desselben aus dem vielfachen Verkehr mit meinem hochverdienten Lehrer und Vorstand Herrn Professor Dr. Schwendener erwachsen ist.

53. A. Zimmermann: Ueber die Jamin'sche Kette.

Eingegangen am 6. October 1883.

Unter einer Jamin'schen Kette versteht man bekanntlich ein System von Luftblasen und Wassertropfen, die in einer Capillarröhre abwechselnd hinter einander gereiht sind. Der Erste, der auf die eigenthümlichen Eigenschaften einer solchen Kette aufmerksam wurde, war übrigens nicht Jamin, vielmehr sind bereits von Montgolfier Versuche damit angestellt worden. Leider ist es mir jedoch nicht gelungen, die Originalarbeit des genannten Autors aufzufinden. Das einzige, was ich darüber habe in Erfahrung bringen können, ist der bereits von Meyen[1]) citirte Satz in der Agriculturchemie Davy's[2]): „Die Versuche von Montgolfier haben gezeigt, dass man das Wasser beinahe zu einer unbestimmten Höhe durch eine geringe Kraft erheben könne, wofern man den Druck desselben durch fortgesetzte Theilungen in der Säule der Flüssigkeit aufhebt."

Wo Montgolfier diese Versuche publicirt hat, wird weder von Meyen noch von Davy angegeben. Uebrigens scheint es mir schon nach dez Angaben Davy's unwahrscheinlich, dass Montgolfier bereits die Eigenthümlichkeiten der Jamin'schen Kette richtig erkannt haben sollte, und wir werden ihm daher wohl kein Unrecht zufügen, wenn wir auch fernerhin nicht von einer Montgolfier'schen, sondern von einer Jamin'schen Kette reden.

Der Hauptinhalt der Jamin'schen Arbeit[3]) lässt sich nun in folgende Worte zusammenfassen:

Befindet sich in einer Capillarröhre eine Jamin'sche Kette, so setzt dieselbe einer jeden bewegenden Kraft — gleichgiltig, in welcher Richtung dieselbe wirkt — einen oft ganz beträchtlichen Widerstand entgegen. Das abgekehrte Ende der Kette bleibt vollständig unbeweglich, wenn jene Kraft nicht einen in jedem Falle ganz bestimmten Grenzwerth erreicht. Die Grösse dieses Grenzwerthes ist proportional der Anzahl der eingeschlossenen Luftblasen, ist ferner unabhängig von der Länge der Wassertröpfchen, sie nimmt zu, wenn die Luftblasen kleiner werden und wächst sehr schnell, wenn der Durchmesser der Röhre kleiner wird. Betreffs der absoluten Grösse des genannten Werthes führt Jamin nur ein Beispiel an, indem er angiebt, dass derselbe

---

1) Pflanzenphysiologie, Bd. 2, S. 81.

2) Uebersetzt von F. Wolff, Berlin 1814, p. 270 f.

3) Comptes rendus, 1860, p. 172 seq.

für eine Luftblase 54 *mm* Wasser betrug in einer Röhre, in der sich die capillare Steighöhe auf 200 *mm* belief. Es ist dies überhaupt die einzige genaue numerische Angabe über die Grösse jenes Grenzwerthes, die ich in der Literatur habe auffinden können.

Da nun die Jamin'sche Kette bei der Bewegung des Saftes im Lumen der pflanzlichen Gefässe ohne Zweifel eine grosse Rolle spielt, so erschien mir eine etwas eingehendere Untersuchung derselben nicht ohne einiges Interesse. Es wäre nun allerdings für den Pflanzen-Physiologen wünschenswerth gewesen, mit vegetabilischen Gefässen zu operiren, aber leider schienen mir zur Zeit die experimentellen Hindernisse zu gross, so dass ich mich auf Glasröhren beschränken musste, die, wenn sie auch nicht imbibitionsfähig sind, doch in Folge ihrer vollständigen Benetzung durch Wasser Analogieschlüsse gestatten dürften.

Im weiteren Verlaufe meiner Arbeit habe ich dann noch mit verschiedenen anderen Flüssigkeiten Versuche angestellt Diese stehen mit den Problemen der Pflanzen-Physiologie zwar in keiner directen Beziehung; da sie jedoch die von Naegeli[1]) aufgestellte Theorie der einschlägigen Erscheinungen in schönster Weise bestätigen, glaubte ich dieselben gleichfalls an dieser Stelle publiciren zu dürfen.

Bevor ich zur Besprechung meiner Versuche übergehe, möchte ich noch einen Punkt kurz erörtern, der mehrfach mit meiner Frage zusammen geworfen wurde. Ich meine die Erscheinungen, die man beobachtet. wenn die benutzte Röhre eine conische Gestalt hat oder gar abwechselnd dicker und dünner wird. Es können dadurch Bewegungserscheinungen hervorgerufen werden, die lediglich auf Capillarität beruhen und auch in jedem einigermassen ausführlichen Lehrbuche der Physik mehr oder weniger eingehend besprochen werden. Zur Orientirung für den mit physikalischen Fragen weniger Vertrauten mag Folgendes dienen.

Die Wirkung der Capillarität können wir uns wohl am Einfachsten so vorstellen, dass wir in jedem concaven Meniscus eine ziehende Kraft annehmen, die dem Durchmesser desselben umgekehrt proportional ist. Haben wir aber in einem conischen Capillarrohre einen Wassertropfen, der an einem Ende von einem kleineren Meniscus begrenzt ist als am anderen, so wird der von diesem ausgeübte Zug grösser sein als der des grösseren Meniscus, und der Wassertropfen wird sich in Folge dessen nach dem engeren Ende der Röhre hinbewegen.

Wechseln aber in der Röhre dickere und dünnere Stellen und ist dieselbe nur zum Theil mit Wasser erfüllt, so werden sich offenbar die Wassertropfen nach den feineren Stellen der Röhre hinbewegen; und zwar wird, wenn wir uns die Unterschiede in der Spannung der eingeschlossenen Luft durch Diffusion ausgeglichen denken, erst dann ein Ruhestand eintreten

---

1) Sitzungsber. d. k. k. Acad d. Wiss. 1866, p. 597 seq.

können, wenn die beiden Meniscen an beiden Enden eines jeden Wassertropfens gleich gross sind. Denken wir uns nun auf eine solche Röhre einen Druck ausgeübt, so werden — wie aus Obigem leicht ersichtlich — durch ein geringes Zurückweichen der vordersten Tropfen Kräfte wachgerufen, welche sämmtlich dem vorhandenen Drucke entgegen wirken, und es können diese Kräfte, wenn die Dickenunterschiede der Röhre genügend gross sind im Verhältniss zu dem von aussen wirkenden Drucke, offenbar ein weiteres Zurückweichen der Wassertropfen gänzlich verhindern. Wenn nun auch die Berechnung der resultirenden Bewegungen in einem concreten Falle auf beträchtliche Schwierigkeiten stossen dürfte, so ist doch soviel ohne Weiteres klar, dass ein solches System von Wassertropfen und Luftblasen einer bewegenden Kraft unter Umständen einen sehr beträchtlichen Widerstand entgegen zu setzen vermag. In der That beschreibt Jamin einen Versuch, bei dem in einem rosenkranzartigen Capillarrohre, das 8 sehr feine Stellen besass, die in diesen enthaltenen Wassertropfen einem Drucke von 2 Atmosphären das Gleichgewicht hielten. Da jedoch ähnliche Verhältnisse in der Pflanze schwerlich eine grosse Rolle spielen dürften, habe ich es unterlassen, diesen Punkt theoretisch oder experimentell weiter zu verfolgen.

Meine Absicht war es vielmehr, zu entscheiden, einen wie grossen Widerstand die Jamin'sche Kette in einem Rohre mit gleichmässigen Querschnitt einem auf sie wirkenden Drucke entgegenzusetzen vermag. Die Beantwortung dieser Frage liefert natürlich zugleich die Antwort auf die für den Botaniker wichtige Frage: Wie lang können in einer vertical gehaltenen Jamin'schen Kette die Wassertropfen sein, ohne durch ihre Schwere hinabzusinken oder auf die eingeschlossenen Luftblasen zu drücken?

Wenn es mir nun leider nicht gelang, die Grösse jenes Widerstandes durch eine einfache Zahl oder eine genaue mathematische Formel auszudrücken, so glaube ich dieselbe doch wenigstens bis zu dem Grade der Genauigkeit bestimmt zu haben, als dies für die Anwendung auf pflanzenphysiologische Probleme erforderlich ist.

Als eine Hauptfehlerquelle dürfte die ungleichmässige Gestalt des Röhrenlumens in Betracht kommen. Es musste jedoch der hierdurch hervorgerufene Fehler, weil ich nie das dickere oder dünnere Ende der Röhren bevorzugte, gleichmässig nach beiden Seiten hin ausschlagen und es liess sich somit durch Häufung der Versuche auf ein sichereres Resultat hoffen. Uebrigens werden wohl auch andere Umstände, wie mangelhafte Benetzung, Temperaturschwankungen etc., trotz der alsbald zu erörternden Vorsichtsmassregeln, mehrfach das Resultat beeinflusst haben.

Untersuchungsmethode.

Anfangs verfuhr ich in der Weise. dass ich den kürzeren Schenkel eines ca. 1 *cm* dicken U-förmigen Glasrohres in eine Capillare auszog und nachdem ich durch Saugen eine Jamin'sche Kette in dieselbe hineingebracht hatte, in den anderen Schenkel Quecksilber eingoss, bis die Jamin'sche Kette hinausgetrieben wurde. Es stellte sich jedoch bald heraus, dass hier der Stoss des herabfallenden Quecksilbers grosse Fehlerquellen veranlasste; auch war der Apparat, da ich doch stets nur frisch ausgezogene Röhren verwenden konnte, etwas complicirt, so dass ich später eine andere Methode einschlug.

Ich benutzte nämlich als treibende Kraft die Capillarität und untersuchte, eine wie grosse Anzahl von Luftblasen erforderlich war, um ein Steigen der Jamin'schen Kette zu verhindern. Da ja die Grösse der Capillarkraft bekannt ist, so lässt sich auf diese Weise die Grösse des Widerstandes einer einzelnen Luftblase leicht berechnen.

Bezüglich der Einzelheiten der Versuche erwähne ich noch Folgendes:

Es wurden stets nur frisch im Bunsen'schen Brenner ausgezogene Capillaren verwandt, und zwar wurden die hierzu benutzten ca. 2 — 3 *mm* dicken Röhren vor dem Ausziehen stets noch durch successive Behandlung mit Salzsäure, Wasser, Alkohol und Aether gereinigt. Die beiden meist stark conischen Enden wurden stets abgebrochen und das übrige in gewöhnlich ca. 2 — 3 *dm* lange Stücke zerlegt, die dann sofort verwandt wurden.

Das Einbringen der Jamin'schen Kette geschah vermittelst eines befeuchteten Glasstabes dadurch, dass derselbe dem oberen Ende des vertical gehaltenen Röhrchens in schneller Folge abwechselnd genähert und wieder davon entfernt wurde. Es gelang so bei einiger Uebung Wassertropfen und Luftblasen von jeder beliebigen Anzahl und Länge zu erhalten.

Das verwandte Wasser war stets destillirtes, das ausserdem vor jeder Verunreinigung durch Staub oder dergl. geschützt war.

Sollten die Röhren dem Druck der Capillarkraft ausgesetzt werden, wurden sie in einem zum Theil mit Wasser gefüllten Wasserglase oder auch in einer flachen Krystallisirschale vertical oder in der Weise schief aufgestellt, dass der oberste Meniscus der Jamin'schen Kette mit der äusseren Wasserfläche ungefähr in gleichem Niveau stand; allerdings war hier keine allzugrosse Genauigkeit erforderlich, da ja ein daraus entspringender Fehler im Vergleich zu den übrigen nur sehr gering ausfallen konnte.

Ob nach einiger Zeit ein Steigen der Jamin'schen Kette stattgefunden hatte, liess sich deshalb um so leichter constatiren, als dieselbe, wenn sie einmal in Bewegung gesetzt ist, durch eine viel geringere Kraft darin erhalten werden kann. In Folge dessen wurde nämlich die Jamin'sche Kette, wenn sie sich überhaupt von der Stelle bewegte, fast stets bis nach dem obersten Ende der Röhren hinaufgetrieben.

Wollte ich längere Zeit warten, bevor ich die Untersuchung vornahm, so verweilten die Röhren diese Zeit über in möglichst dunstgesättigtem Raume.

Sollte endlich die Weite des Röhrenlumens gemessen werden, so geschah dies mit Hülfe des Mikroskopes, doch in der Weise, dass sich sowohl ausserhalb wie innerhalb der Röhren Glycerin befand, so dass die sonst durch Brechung zwischen Wasser und Glas entstehenden Fehler vermieden wurden.

1. Versuche mit Wasser.

Als erstes Resultat stellte sich nun heraus, dass nicht nur, wie bereits von Naegeli (a. a. O.) hervorgehoben wurde, ein grosser Unterschied zwischen dem ruhenden und dem in Bewegung begriffenen Meniscus besteht, sondern dass auch die Widerstandsfähigkeit der Jamin'schen Kette ganz bedeutend davon abhängig ist, wie lange Zeit sich die Kette zuvor in Ruhe befand.

Sogleich nach der Bildung der Jamin'schen Kette ist die Widerstandsfähigkeit derselben ganz verschwindend klein. Dies geht unter anderem daraus hervor, dass es bei schneller Handhabung leicht gelingt, eine ganz enorme Anzahl von Luftblasen in der angegebenen Weise in eine Capillarröhre hinein zu bringen.

So erhielt ich z. B. eine Kette von 95 Luftblasen in einer Röhre, bei der die Weite des Lumens 0,06 *mm* betrug; in einem anderen Falle waren 126 Luftblasen noch beweglich in einer Röhre von 0,09 *mm* innerem Durchmesser.

Aehnliche Resultate ergaben zahlreiche Versuche. Zuweilen liess sich jedoch keine so grosse Anzahl von Luftblasen in die Röhre hineinbringen; doch dürfte dies in Unregelmässigkeiten des Querschnitts der Röhre seinen Grund gehabt haben. Es erfolgte wenigstens stets ein früheres Aufhören der Beweglichkeit — aus leicht zu begreifenden Gründen — wenn die Röhre sich nach Unten hin sichtbar verdickte.

Hierauf wurde nun untersucht, wie gross die Widerstandsfähigkeit der Jamin'schen Kette geworden, nachdem sich dieselbe eine Minute lang in Ruhe befunden hatte. Sie wurde diese Zeit über vertical gehalten.

Es zeigte sich, dass der Widerstand noch sehr gering war. War die Anzahl der Luftblasen kleiner als 20, so fand in allen Fällen (13), sobald die Röhre in Wasser gestellt wurde, ein Steigen der Jamin'schen Kette statt. Bei einer Anzahl von Röhren, wo die Zahl der Luftblasen zwischen 20 und 30 lag, fand hingegen bald Bewegung statt, bald nicht. In einem Falle wurde sogar noch bei 40 Luftblasen eine

Bewegung beobachtet, es befand sich jedoch hier die Jamin'sche Kette im dickeren Ende eines conischen Röhrchens.

Etwas mehr war der Widerstand bereits nach 5 Minuten angewachsen. Indem jetzt 20 Luftblasen in allen Fällen genügten um die capillare Steighöhe zu überwinden. Lag die Zahl der Luftblasen zwischen 13 und 20, so erfolgte bald Steigen bald nicht; lag dieselbe unter 13, so trat stets Bewegung ein.

Nun wurde 30 Minuten gewartet, bevor die Röhren in Wasser gestellt wurden, und es bildeten nun 8 und 10 Luftblasen die Grenzen, zwischen denen ein Steigen der Jamin'schen Kette bald erfolgte, bald ausblieb. Bei weniger als 8 Luftblasen trat in den 28 beobachteten Fällen stets Bewegung ein, während, sobald die Zahl derselben 12 überstieg, die Jamin'sche Kette am unteren Ende der Röhre verblieb.

Eine Anzahl von Versuchen, bei denen die Jamin'sche Kette erst nach einer Stunde dem Druck der Capillarkraft ausgesetzt wurde, lieferten im Allgemeinen noch dieselben Resultate wie die letzgenannten.

Es wurde nun der Jamin'schen Kette eine etwas längere Zeit der Ruhe gewährt, und zwar machte ich Versuche, wo dieser Zeitraum zwischen 16 und 48 Stunden lag. Da diese Versuche im Wesentlichen dieselben Resultate ergaben, will ich sie gleich zusammen besprechen.

Die Ergebnisse der 257 Bestimmungen sind in der beistehenden Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1.

Anzahl der Luftbl.	Zahl der Fälle, wo ein Steigen beob. wurde	Zahl der Fälle, wo die Jamin'scheK. nicht stieg	Anzahl d. F. wo ein Steigen stattfand in pCt. der Gesammtf.
1	9	0	100
2	17	0	100
3	30	8	79
4	26	15	68
5	12	23	34
6	12	20	37
7	3	21	12
8	4	16	20
9	1	15	6
10	0	7	0
11	0	5	0
12—21	0	9	0

Es bedeuten in derselben die Zahlen der ersten Colonne die Anzahl der Luftblasen in der Jamin'schen Kette. In der zweiten Colonne ist dann die Anzahl der Fälle angegeben, wo bei der in der Colonne 1 bemerkten Anzahl von Luftblasen ein Steigen der Jamin'schen Kette beobachtet war. In der dritten Colonne findet sich dagegen die Zahl der Fälle, wo das Gegentheil der Fall war, wo also die Capillarkraft nicht im Stande war, die Widerstandsfähigkeit der Jamin'schen Kette zu überwinden. In der letzten Colonne ist ferner angegeben, in wieviel Procent der gesammten bei der betreffenden Anzahl von Luftblasen beobachteten Fälle ein Steigen der Jamin'schen Kette stattgefunden hat.

Sind wir nun auch nicht im Stande, aus obiger Tabelle eine genaue Bestimmung des Widerstandes der beiden eine einzige Luftblase umgebenden Meniscen in der Jamin'schen Kette abzuleiten, so geht doch soviel aus derselben mit aller Sicherheit hervor, dass die gesuchte Grösse zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{6}$ der Capillarkraft der betreffenden Röhren liegen muss. In einigen Fällen waren allerdings bereits 3 Luftblasen im Stande, die Capillarkraft zu überwinden, in anderen reichten aber wieder 7—9 Luftblasen hierzu nicht aus. Es ist jedoch die Zahl der Abweichungen verhältnissmässig gering, wenn man die bereits erwähnten Fehlerquellen bedenkt. Dass die obige Grösse jedoch ungefähr $\frac{1}{5}$ der Capillarkraft betragen sollte, scheint mir nach den erhaltenen Resultaten nicht unwahrscheinlich, doch dürften zu einem Beweise dieser Annahme die angeführten Beobachtungen nicht ausreichend sein. Dass dieselben mindestens $\frac{1}{6}$ der Capillarkraft beträgt, glaube ich indessen mit aller Bestimmtheit bewiesen zu haben.

An der Hand meiner Beobachtungen möchte ich nun aber noch zwei andere Fragen entscheiden. Zuerst die Frage, in welchem Verhältniss die Widerstandsfähigkeit der Jamin'schen Kette sich ändert, wenn der Durchmesser der betreffenden Röhren kleiner und kleiner wird. Findet, wie ich dies bislang stillschweigend angenommen, eine umgekehrte Proportionalität zwischen Röhrenweite und der gesuchten Grösse statt, oder wächst die letztere mit abnehmendem Durchmesser des Röhrenlumens schneller als dieser, wie dies von Jamin und Naegeli behauptet wird?

Ich habe zu diesem Zwecke das Lumen der sämmtlichen 257 Röhren in der angegebenen Weise gemessen, fand aber, dass innerhalb der Grenzen, die ich untersucht habe (0,2—0,02 *mm*) — die übrigens mit der Weite der meisten vegetabilischen Gefässe zusammenfallen — keine bedeutende Abweichung von der Proportionalität stattfinden kann. Selbst in denjenigen Fällen, wo die Anzahl der Luftblasen zwischen 3 und 9 lag, fanden sich dicke und dünne Röhren unter denjenigen, wo ein Steigen erfolgte und unter denen, wo dasselbe unterblieb, ungefähr gleichmässig vertheilt.

Ein zweiter Punkt, der mir der Untersuchung werth zu sein schien, war die Bemerkung Jamin's, dass die Widerstandsfähigkeit der

Jamin'schen Kette um so grösser sein soll, je kleiner die Luftblasen sind. Ich erzeugte zu diesem Zwecke theils nur grosse, theils nur kleine Luftblasen in dem benutzten Rohre und verfuhr in der bekannten Weise. Es stellte sich hier heraus, dass sich ein Unterschied in der Wirkung der grossen und kleinen Luftblasen nicht constatiren liess. Mithin glaube ich die Unrichtigkeit der Jamin'schen Angabe, deren theorethische Deutung übrigens auch sehr schwierig sein würde, nachgewiesen zu haben. Leider giebt Jamin selbst nicht an, durch welche Beobachtungen er zu obiger Annahme gekommen ist.

Die gewonnenen Resultate lassen sich mithin in folgende Sätze zusammenfassen:

Der Widerstand, den eine Jamin'sche Kette einem einseitigen Drucke entgegensetzt, ist proportional der Anzahl der Luftblasen, aber unabhängig von ihrer Länge, ebenso auch unabhängig von der Länge der Wassersäulen. Er ist minimal, wenn die Jamin'sche Kette sich in Bewegung befindet und um so grösser, je länger dieselbe zuvor in Ruhe war. Seinen grössten Werth erreicht derselbe erst nach einigen Stunden, wo derselbe für Glasröhren von 0,2 bis 0,02 innerem Durchmesser und destillirtes Wasser $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{6}$ der Capillarkraft erreicht. Innerhalb der genannten Grenzen findet mithin auch eine umgekehrte Proportionalität zwischen Röhrenweite und der gesuchten Grösse statt.

Mit Hülfe dieser Resultate ist es nun leicht, auch die zweite der oben aufgeworfenen Fragen zu beantworten; nämlich die, wie gross die Wassersäulen in einer Jamin'schen Kette sein können, ohne auf die eingeschlossenen Luftblasen in Folge ihrer Schwere einen Druck auszuüben. Da z. B. die capillare Steighöhe in einer Röhre von 0,1 *mm* ca. 300 *mm* beträgt, so würde eine Wassersäule von $\frac{1}{6}$ dieser Grösse, von 50 *mm* jedenfalls noch getragen werden. Bei engeren Röhren — und die meisten Gefässröhren sind in der That enger — können natürlich noch längere Wasserfäden vorkommen. So wurde z. B. in einer Röhre von 0,05 *mm*, Durchmesser eine beliebig lange Wassersäule existiren können, ohne hinabzusinken, wenn dieselbe nur alle 100 *mm* durch eine Luftblase unterbrochen ist.

Ob sich freilich imbitionsfähige Cellulosemembranen in dieser Beziehung ebenso verhalten wie Glas, lässt sich natürlich a priori nicht entscheiden; doch scheint mir ein ähnliches Verhalten Beider um so wahrscheinlicher, als bei den genannten Erscheinungen, wie wir gleich sehen werden, nicht die zwischen Wand und Flüssigkeit bestehenden Molecular-Kräfte, sondern vielmehr die Constitution der Meniscen hauptsächlich in Frage kommt; und diese wird doch wohl in beiden Fällen dieselbe sein.

2. Versuche mit anderen Flüssigkeiten und Theoretisches.

Eine ausführliche Theorie der schweren Beweglichkeit der Jaminschen Kette wurde zuerst von Naegeli gegeben. Dieselbe fusst im Wesentlichen auf der Annahme, dass das Wasser an seiner Oberfläche eine Schicht von grösserer Festigkeit oder Zähigkeit (Viscosität) als im Innern besitzt, das sogenannte Flüssigkeitshäutchen. Dasselbe ist sowohl beim Contact mit Luft, als auch bei der Berührung mit festen Körpern vorhanden. Bewirkt werden soll dasselbe durch eine Verminderung der Beweglichkeit der Molecüle, die er mechanisch begründet, wie pag. 606 und 607 des Originales nachgesehen werden kann. Der Umstand, dass zu dieser Umlagerung der Molecüle Zeit erforderlich ist, macht es begreiflich, dass eine grössere Kraft nothwendig ist, um einen ruhenden Meniscus in Bewegung zu setzen, als um einen in Bewegung befindlichen darin zu erhalten.

Beim Durchmustern der physicalischen Literatur fand ich nun eine Arbeit von Plateau[1]), in der dieser auf Grund ganz anderer Beobachtungen dem Wasser und verschiedenen anderen Flüssigkeiten ebenfalls ein zäheres Oberflächenhäutchen zuschreibt, während er aber auf der anderen Seite eine Anzahl von Flüssigkeiten anführt, bei denen das Entgegengesetzte der Fall sein soll. Bei den letzteren besitzen also nach Plateau die Oberflächenschichten gerade eine geringere Viscosität als die inneren[2]).

Als ich nun mit Rücksicht hierauf aus den verschiedensten Flüssigkeiten Jamin'sche Ketten darstellte und dieselben auf ihre Widerstandsfähigkeit prüfte, stellte sich heraus, dass eine vollständige Uebereinstimmung besteht zwischen der aus den Angaben Plateau's hervorgehenden Zähigkeit der Oberfläche und der Widerstandsfähigkeit der Jamin'schen Kette. Die hierbei auftretenden Unterschiede sind sogar so bedeutend, dass sie mit aller Sicherheit ganz ausserhalb der Beobachtungsfehler liegen und dass ich mich in den meisten Fällen auf wenige Beobachtungen beschränken konnte.

---

[1]) Mémoires de Bruxelles, T. XXXVII.

[2]) Plateau wurde auf diese Annahme durch Beobachtung der Consistenzfähigkeit der feinen Lamellen der verschiedenen Flüssigkeiten und der an ihnen auftretenden Interferenzfarben geführt. Es gelang ihm jedoch auch durch ein sehr einfaches Experiment, die grössere oder geringere Viscosität der Oberfläche bei verschiedenen Flüssigkeiten direct nachzuweisen. Es geschah dies in der Weise, dass er die Zeit bestimmte, welche eine Magnetnadel, die durch einen Magnet aus ihrer Gleichgewichtslage abgelenkt war, nöthig hatte, um, sobald der Magnet entfernt war, wieder in dieselbe zurückzukehren. Indem er nun die Magnetnadel sich bald auf der Oberfläche, bald ganz im Inneren der Flüssigkeit bewegen liess, erhielt er die angegebenen Resultate. Bezüglich der Einzelheiten verweise ich auf die Originalarbeit, von der sich übrigens auch in Poggendorf's Annalen d. Phys. u. Chem. (Nr. 141, p. 44) ein ausführlicher Auszug befindet.

Was zunächst die Flüssigkeiten anbetrifft, denen **Plateau** — ebenso wie dem Wasser — eine grössere Viscosität der Oberfläche zuschreibt, so habe ich von diesen folgende untersucht: concentrirte reine Schwefelsäure, conc. reine Salpetersäure, conc. reines Ammoniak, Weinsäure in 10 pCt. Lösung und Saponin in 1 pCt. Lösung. Die Resultate dieser Beobachtungen sind auf Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2.

	Grösste Anz. v. Luftb. b. d. Steigen beob.	Kleinste A. v. L. b. d. kein Steigen beobachtet	Ruhezeit	Zahl der Beobacht.
Schwefelsäure	7	2	4	20
Salpetersäure	5	6	17	8
Weinsäure	14	7	2,7	19
Ammoniak	13	11	2,5	10
Saponin	6	7	2	17

Und zwar bedeuten die Zahlen in der zweiten Columne die grösste Anzahl von Luftblasen bei der noch Steigen beobachtet wurde, während in der dritten die kleinste Anzahl von Luftblasen vermerkt ist, bei der kein Steigen erfolgte. In der vierten Columne findet sich dann die Zeit, welche verstrichen war, bevor die betreffenden **Jamin**'schen Ketten dem Drucke der Capillarkraft ausgesetzt wurden, in Stunden ausgedrückt. Die letzte Columne giebt die Zahl der Beobachtungen an.

Sind nun die angestellten Versuche auch nicht zahlreich genug, um darüber sichern Aufschluss zu gestatten, in welchem Verhältniss die Widerstandsfähigkeiten der **Jamin**'schen Ketten dieser Flüssigkeiten unter einander stehen, so sind sie doch genügend, um zu zeigen, ein wie grosser Unterschied besteht zwischen ihnen und denjenigen Flüssigkeiten, deren Oberflächenzähigkeit nach **Plateau** eine geringere ist als die im Innern.

Die an Letzteren gewonnenen Resultate sind in Tabelle 3 dargestellt.

(Tabelle 3 siehe S. 394).

Da ich bei ihnen stets ein Steigen der **Jamin**'schen Kette beobachtet habe, habe ich bei ihnen nur in Columne 2 die grösste Anzahl von Luftblasen angegeben, deren Beweglichkeit ich beobachtete, nachdem sie die in der Columne 3 vermerkte Zeit über (ebenfalls in Stunden ausgedrückt) sich in Ruhe befunden hatten. Ohne Kenntniss der **Plateau**'schen Untersuchungen würden diese Ergebnisse sehr wunderbar erscheinen, um so mehr, da sich unter den hierher gehörigen Flüssigkeiten auch solche befinden, die wie das Terpentinöl und die Milchsäure eine viel bedeutendere Viscosität als das Wasser besitzen. Bei der Milchsäure würde das gewonnene Ergebniss um so mehr auf-

Tabelle 3.

	Grösste Anzahl v. L. B. b. d. Steigen beobachtet	Ruhezeit
Alkohol	131	15
Aether	59	17
Benzol	82	19
Essigsäure	168	16
Terpentinöl	148	4
Milchsäure	63	25

fallen müssen, als sich diese ganz bedeutend langsamer in Capillarröhren bewegt als Wasser.

Ob nun bei den Flüssigkeiten dieser Gruppe der genannte Widerstand überhaupt nicht vorhanden oder nur ganz minimal ist, vermag ich nicht mit aller Sicherheit zu entscheiden. Ist er jedoch vorhanden, so folgt aus obiger Tabelle, dass er mindestens 10—20 mal kleiner ist für die genannten Flüssigkeiten als beim Wasser.

Auch glaube ich nicht, dass die in Tabelle 3 angegebenen Zahlen bereits die grösste Anzahl der noch durch die Wirkung der Capillarkraft beweglichen Luftblasen angeben; da es mir jedoch nur darauf ankam zu constatiren, dass zwischen den Flüssigkeiten dieser beiden Klassen ein ganz bedeutender Unterschied besteht, habe ich es unterlassen, in dieser Richtung weitere Untersuchungen anzustellen.

Betreffs der Untersuchungsmethode bei dieser Klasse von Flüssigkeiten bemerke ich noch, dass es hier bei den meisten nothwendig wurde, sie die Zeit über, bevor bei ihnen die Jamin'sche Kette auf ihre Widerstandsfähigkeit geprüft werden sollte, noch besonders vor Verdunstung zu schützen. Es geschah dies in der Weise, dass ich in beide Enden derselben einen Glycerintropfen hineinbrachte, der durch Abbrechen der betreffenden Stückchen der Röhre jederzeit leicht wieder entfernt werden konnte. Ausserdem wurden die Röhren um Temperaturschwankungen möglichst zu vermeiden nicht direct mit der Hand sondern mit einer Pincette angefasst.

Die Ergebnisse dieses zweiten Theiles meiner Untersuchung lassen sich füglich in folgende Sätze zusammenfassen:

Bezüglich ihrer Beweglichkeit in der Jamin'schen Kette lassen sich die Flüssigkeiten in 2 Klassen eintheilen, von denen die eine lauter Flüssigkeiten enthält, die, wie das Wasser, eine ziemlich beträchtliche Widerstandsfähigkeit gegen äusseren Druck besitzen, während bei den anderen die Grösse des Widerstandes der Jamin'schen Kette ganz minimal sein kann. Wie **Plateau** constatirt hat, besitzen die Flüssigkeiten der ersten eine grössere Viscosität an der Oberfläche wie im Innern, während bei denen der zweiten Klasse umgekehrt die Viscosität der Oberfläche eine kleinere ist als die des Innern. Die von **Nägeli** aufgestellte Theorie, dass die Unbeweglichkeit der **Jamin**'schen Kette bei Wasser in einer grösseren Viscosität der Oberfläche ihren Grund hat, findet also durch die von mir angestellten Versuche ihre volle Bestätigung.

Bot. Institut der königl. landwirthschaftl.
Hochschule in Berlin.

54. J. Reinke: Die optischen Eigenschaften der grünen Gewebe und ihre Beziehungen zur Assimilation des Kohlenstoffs.

Eingegangen am 19. October 1883.

Die Reduction der Kohlensäure, das Fundament aller Lebensvorgänge, ist eine Function des Lichts und des Chlorophylls lebender Zellen; eine wirkliche Einsicht in diesen Process hat desshalb zur Voraussetzung die Kenntniss der Beziehungen zwischen Licht und Chlorophyll, unter denen die optischen Eigenschaften des Chlorophylls lebender Zellen voranstehen.

Wenn wir daran gehen, das optische Verhalten des Chlorophylls in lebenden Geweben festzustellen, müssen wir die optische Wirkung der übrigen Bestandtheile der Gewebe mit in den Kauf nehmen, weil sich das Chlorophyll von diesen nicht trennen lässt. Allein da z. B. in einem rein grünen Blatte die übrigen Theile aus farblos-durchsichtigen Substanzen bestehen, können wir dieselben der optischen Wirkung des Chlorophylls gegenüber vernachlässigen. Zudem wissen wir aus vorhandenen Untersuchungen über die Transparenz farbloser Gewebe,¹) dass ihre Lichtabsorption im Allgemeinen derjenigen des Chlorophylls ähnlich, aber weit schwächer ist, während scharf begrenzte Absorptionsmaxima fehlen, so dass sie neben der Absorption des Chlorophylls

---

1) Vgl. **Sachs**, Ueber die Durchleuchtung der Pflanzentheile. Sitzber. d. W. Acad. Bd. 43, S. 265 ff, 1861.

relativ nur zu geringer Geltung gelangt. Die Zellwände, das Protoplasma, der Zellsaft und besonders die Luft der Interzellulargänge kommen daher nur wegen ihrer Reflexion und Brechung des Lichts als Trübungen des Mediums in Betracht.

Unter diesen trübenden Factoren lässt sich gerade der wegen seines geringen Brechungsvermögens am meisten störende, nämlich die Luft, ungemein leicht durch Wasser verdrängen und man erzielt dadurch erhebliche Vortheile. Ich bringe zu dem Fnde die in Wasser untergetauchten Blätter unter den Recipienten einer in Thätigkeit gesetzten Wasserstrahlluftpumpe nnd lasse sie daselbst 1 bis 2 Stunden stehen; ihre Interzellularräume sind dann vollständig mit Wasser injicirt, die Blätter erhalten die Transparenz dünner grüner Glasplatten, so dass man durch ein injicirtes Blatt z. B. von *Impatiens parviflora* die feinste Druckschrift bequem zu lesen vermag, und im Spectroscop durch eine ganze Anzahl von Blättern hindurch die Fraunhofer'schen Linien noch erkennbar sind. So zubereitete Blätter haben mir als Untersuchungsmaterial gedient für eine qualitive Bestimmung ihrer Absorptionscurve.[1]

I. Das Absorptionsspectrum grüner Blätter.

In der Literatur sind eine Reihe von Angaben über das Absorptionsspectrum lebender Blätter vorhanden. Als erster, welcher dasselbe untersuchte, ist Stokes[2]) zu nennen. Derselbe hebt hervor, dass das Spectrum eines grünen Blattes im Wesentlichen mit demjenigen einer Lösung von Chlorophyll übereinstimme. Zu dem gleichen Ergebniss gelangte Sachs (l. c.), welcher ausser dem intensiven Absorptionsbande im Roth und der Schwächung beziehungsweise Auslöschung des Blau und Violett auch eine Verdunkelung im Gelb bemerkte.

Ferner hat Simmler[3]) lebende Blätter vor den Spalt des Spectroscops gehalten und gefunden, dass das äusserste Roth sichtbar war bis B, ein Absorptionsstreif den Raum zwischen B und C einnahm, Gelb und alle Töne in Grün und Blau durchgelassen, das Violett aber von G ab verschwunden war.

Askenasy[4]) bemerkt, das Chlorophyll in den grünen Blättern zeige dieselben Absorptionsstreifen, wie eine Lösung, und erklärt dies für einen Beweis, dass das Auflösen in Alkohol oder Aether den Farbstoff in keiner wesentlichen Beziehung verändere.

---

1) Die quantitativen Messungen der Absorption in den Blättern durch Vierordt werden im vierten Abschnitte Berücksichtigung finden.

2) In seiner Abhandlung: Ueber die Veränderung der Brechbarkeit des Lichts, Poggendorf's Annalen, Ergänzungsband IV, S. 177 ff. (1854). Die diesbezügliche Notiz findet sich S. 220.

3) Vermischte Mittheilungen. Poggendorf's Annalen, Band 115, S 593 ff. 1862. S. 605.

4) Beiträge zur Kenntniss des Chlorophylls und einiger dasselbe begleitender Farbstoffe. Bot. Zeit. 1867, S. 225 ff.

Schönn[1]) erklärt sich ebenfalls dafür, dass das Chlorophyll bei seiner Lösung in Alkohol keine Veränderung erleide. Derselbe sah wenn ein bis zwei Blätter zwischen Glasplatten vor den Spectralapparat gebracht wurden, den Streifen im Roth genau an der entsprechenden Stelle wie in der Alkohollösung, und fügt dann hinzu: „Die anderen (Streifen) treten erst dann deutlich hervor, wenn die Blätter in Folge der Hitze der beleuchtenden Flamme gelbgrün geworden waren.“ Diese letztere Bemerkung von Schönn ist mir nicht unwichtig, und werde ich später auf sie zurückkommen.

Hagenbach[2]) hat ebenfalls das Spectrum lebender Blätter mit demjenigen von Chlorophylllösungen verglichen und glaubt hierbei einen wesentlichen Unterschied zwischen beiden erkannt zu haben. Im Spectrum der Blätter konnte er keine anderen Absorptionen finden, als Band I. im Roth und eine auf der Grenze von Grün und Blau beginnende Endabsorption. Hagenbach gebührt das Verdienst, erkannt zu haben, dass Band I. im Blatte um eine sehr merkliche Grösse nach der weniger brechbaren Seite des Spectrums gerückt erscheint im Vergleich zu seiner Lage in den Lösungen; ein gleiches Verhalten zeigte die Endabsorption der stärker brechbaren Strahlen.

Weiter haben Gerland und Rauwenhoff[3]) das Spectrum lebender Blätter untersucht und ihrerseits wiederum alle Absorptionsstreifen der Chlorophylllösung darin aufgefunden.

Gerland[4]) hebt noch ausdrücklich hervor, dass auch Band II, III und IV der Lösungen in den lebenden Blättern erkennbar, alle aber ein wenig gegen das rothe Ende des Spectrums verschoben sind; auch das äusserste rothe Licht erscheint nach ihm in den Blättern geschwächt.

Lommel[5]) hingegen erklärt die Absorptionsbänder II, III und IV für nicht vorhanden im Spectrum der Blätter.

Am ausführlichsten hat G. Kraus[6]) seine diesbezüglichen Beobachtungen mitgetheilt. Er anerkennt nicht nur, im Gegensatz zu Hagenbach und Lommel, das Vorhandensein der Bänder II, III und IV im lebenden Blatte, sondern er constatirt auch in Uebereinstimmung mit Hagenbach und Gerland die Verschiebung der Absorptionsbänder nach der weniger brechbaren Seite des Spectrums. Weiter kommt aber Kraus nicht über die Anschauungen seiner Vorgänger hinaus, als dass er die Abhängigkeit einer solchen Verschiebung vom lösenden Medium nachweist, wenn auch freilich seine Meinung, dass die Dichtigkeit des Mediums hierbei massgebend sei, nicht stichhaltig ist[1]); auch Kraus betrachtet als Hauptergebniss seiner Untersuchung den Nachweis, dass das Spectrum des lebenden Blattes im Wesentlichen mit dem der Lösungen übereinstimmt.

---

[1]) Ueber Blattgrün und Blumenblau. Zeitschrift für analytische Chemie. 1870. S. 327.

[2]) Untersuchung über die optischen Eigenschaften des Blattgrüns. Pogg. Ann. Bd. 141. S. 245 ff. 1870.

[3]) Beiträge zur Kenntniss des Chlorophylls und einiger seiner Derivate. Pogg. Ann. Bd. 143, S. 231 ff.

[4]) Ueber die Einwirkung des Lichts auf Chlorophyll. Ebenda S. 585 ff.

[5]) Ueber das Verhalten des Chlorophylls zum Licht. Pogg. Ann. Bd. 143. 1871. S. 658 ff.

[6]) Zur Kenntniss d. Chlorophyllfarbstoffe u. ihrer Verwandten. Stuttgart 1872. S. 46 ff.

Einzelnes aus den Mittheilungen von Kraus bedarf noch der Erörterung. Zunächst verdient rücksichtlich der angewandten Methode bemerkt zu werden, dass Kraus nur Blätter mit lufterfüllten Intercellularen zur Beobachtung verwendete. Obwohl schon Valentin die Injection mit Wasser empfohlen hatte, und obwohl Kraus selbst bemerkt, dass die durch Injection mit Wasser durchscheinender gewordenen Blätter „vor dem Spectroscop brauchbarer werden und ein deutlicheres Spectrum geben", verwendet er solche Blätter doch nicht, weil „keine Garantien mehr vorhanden, dass die Zellen wirklich noch lebendig und das Chlorophyl intact sei". Dieser Einwand erscheint mir völlig unbegründet, da durchaus nicht erfindlich ist, was für einen nachtheiligen Einfluss Wasser auf das in lebende Zellen eingeschlossene Chlorophyll ausüben soll; leidet denn das Chlorophyll von *Spirogyren* und *Cladophoren* durch das umspülende Wasser? Die Methode, mit Wasser zu injiciren, bietet sehr grosse Vortheile; Kraus konnte, wie es scheint, in seinem Spectralapparat nicht mehr als 4 Blätter über einander schichten, während ich eine Säule von 18 über einander liegenden, injicirten Blättern anwenden konnte, und noch Durchleuchtung wahrnahm. Zum Ueberfluss habe ich das Absorptionsspectrum injicirter und nicht injicirter Blätter genau verglichen und — abgesehen von der Helligkeit — nicht den geringsten Unterschied wahrgenommen. Auch sind injicirte Blätter im Stande, Kohlensäure zu zersetzen.

Kraus hat die Lage der einzelnen Absorptionsbänder mit einer Millimeterscala bestimmt, eine Reduction auf Wellenlängen ist nicht versucht; über das Unzulängliche dieses Verfahrens, dessen wir seit Einführung der Angström'schen Scala überhoben sind, habe ich mich bereits an anderer Stelle geäussert.[2])

Während seit der Schrift von Kraus zahlreiche Untersuchungen des Spectrums von Chlorophylllösungen veröffentlicht worden sind — die uns hier nicht direct angehen — ist meines Wissens noch kein Versuch gemacht worden, die ganze Absorptionscurve des Spectrums leben-

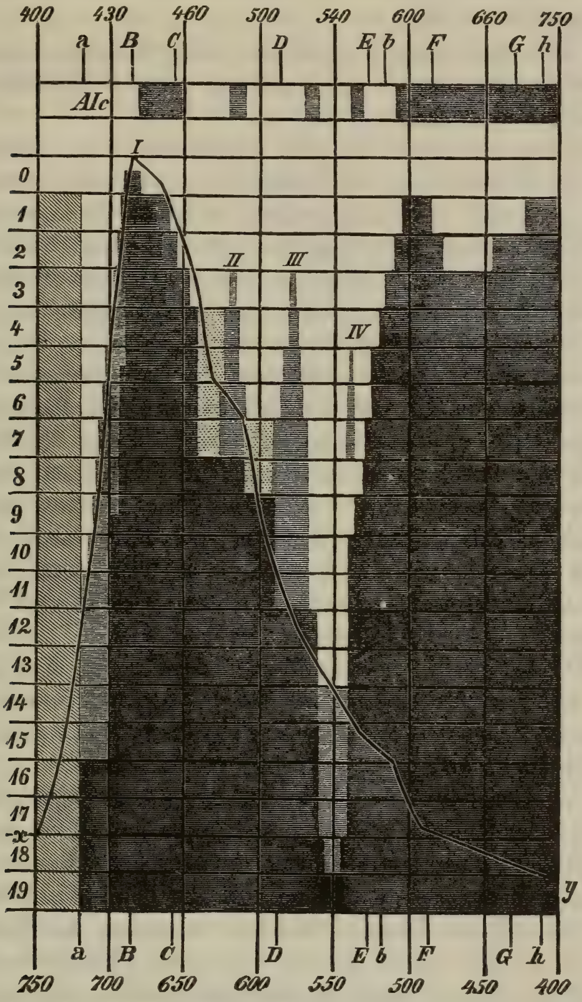
---

1) Bekanntlich hat Kundt inzwischen nachgewiesen, dass die wechselnde Lage der Absorptionsbänder vom Dispersionsvermögen d. Lösungsmittels abhängt. (Pogg. Ann. Jubelband 1874. S. 615).

2) Beitrag zur Kenntniss des Phycoxanthins. Jahrb. f. wiss. Bot. X. S. 399 ff. In dieser Arbeit ist zum ersten Male die Dispersionsscala nach Wellenlängen für Bestimmung der Absorptionen im prismatischen Spectrum benutzt worden.

der Blätter in ähnlicher Weise darzustellen, wie dies in den Arbeiten Pringsheims'1) für Chlorophylllösungen geschehen ist.

Durch meine eigenen Untersuchungen bin ich zu einem, der Ansicht von Kraus gerade entgegengesetzten Resultat geführt worden, dass nämlich das Absorptionspectrum des in lebenden Blättern enthaltenen Chlorophylls von demjenigen einer Chlorophylllösung stets verschieden ist, wobei das Lösungsmittel selbst keinen anderen Einfluss



Absorption lebender Blätter auf das Normalspectrum bezogen. Darüber die Absorptionsbänder einer alkoholischen Chlorophylllösung und die Assimilationscurve xy.

---

1) Ueber die Absorptionsspectra der Chlorophyllfarbstoffe. Monatsber. d. Berl. Acad. vom October 1874.

als den seines specifischen Dispersionsvermögens auf die Lage der Absorptionsmaxima auszuüben braucht.

Vorausschicken möchte ich, dass die von mir verglichenen Blätter zahlreicher Phanerogamen keine bemerkenswerthen Verschiedenheiten im Absorptionsspectrum erkennen liessen — wenn wir von denjenigen Arten oder Varietäten absehen, in deren Blättern noch besondere bunte Farbstoffe gebildet werden.

Meine Untersuchungen wurden mit dem Mikrospectralocular von Zeiss angestellt und sind die Absorptionen direct in Wellenlängen nach der Dispersionsscala abgelesen worden.

In umstehender Figur ist die Absorption des Chlorophylls in lebenden, mit Wasser injicirten Blättern von *Impatiens parviflora* zur Darstellung gebracht. Die Abscissenaxe bedeutet die Ausdehnung des sichtbaren Theils des normalen Sonnenspectrums. Unterhalb der eigentlichen Zeichnung sind die Wellenlängen in Milliontel-Millimetern angegeben, oberhalb die entsprechenden Schwingungszahlen; auch die wichtigsten Fraunhofer'schen Linien sind angedeutet. Die durch bezifferte Horizontallinien gegebene Eintheilung der Ordinaten bezeichnet die Schichtendicke, die Einheit der Schichten ist ein Blatt. Die Verschmälerung des Absorptionsmaximums I oberhalb Blatt 1, mit 0 bezeichnet, ist nach einem sehr dünnen Farrnkraut-Prothallium eingetragen, zum Vergleich ist darüber das Absorptionsspectrum einer mässig concentrirten alkoholischen Chlorophylllösung gezeichnet (Alc.), deren Band I die gleiche Breite besitzt wie in einem einzelnen Blatte; wir wollen diese Breite als die Breite δ bezeichnen, und möge sie uns als Vergleichspunkt der beiden Spectren dienen.

Ein Blick auf diese Zeichnung lehrt, dass zwei Hauptabsorptionen im Chlorophyllspectrum der Blätter existiren, eine in der stärker brechbaren, eine in der weniger brechbaren Hälfte, beide durch ein auf die Wellenlänge 550 fallendes Minimum getrennt.

Wenn wir von den Absorptionen in der stärker brechbaren Seite des Spectrums einstweilen absehen, so glaube ich, dass sich für die weniger brechbare Seite sofort nicht unwesentliche Unterschiede ergeben zwischen dem gelösten Chlorophyll und demjenigen der Blätter.

Wenn Band I die Breite δ besitzt, so treten im Spectrum der Lösung Band II, III und IV bereits sehr scharf hervor, während im Spectrum eines Blattes noch keine Spur derselben zu erkennen ist; bei 3 Blättern (Breite $1\frac{1}{2}\ \delta$) treten Band II und III als schwache Andeutungen hervor, während Band IV auch jetzt noch fehlt. Erst bei 5 Blättern, wo Band I die Breite von fast $2\ \delta$ zeigt, haben II und III ungefähr die gleiche Breite wie in dem Vergleichsspectrum der Lösung, und jetzt nimmt man auch bei sehr sorgfältiger Betrachtung und engem Spalt Band IV nur als einen ganz schwachen Schatten wahr. Dieser als Band IV gedeutete Schatten war auch bei einer Säule von 6 und

7 Blättern noch erkennbar, aber nicht, oder doch kaum merklich verstärkt, im Spectrum von 8 und 9 Blättern fehlte er wieder! Dieser Umstand bewog mich anfangs zu der Meinung, dass der als Band IV angesprochene Schatten gar kein Absorptionsstreif sei, sondern nur hervorgerufen durch eine Gruppe mit einander verschwimmender Fraunhofer'scher Linien, die in der That einen ähnlichen Eindruck zu erzeugen vermag; auch finde ich in der schönen Abbildung des Sonnenspectrums von Angström[1]) ungefähr an der Stelle, wo man den fraglichen Schatten erblickt, eine Gruppe sehr dicht liegender und ziemlich scharf hervortretender Eisenlinien gezeichnet. Allein da es mir gelang, den Schatten bei den Blättern der verschiedensten Pflanzen wiederzufinden, und da ich glaube, wenigstens eine ganz matte Andeutung davon auch bei Lampenlicht gesehen zu haben, so entschied ich mich doch dafür, denselben für eine schwache Andeutung von Band IV des Chlorophyllspectrums zu halten, welches dann zweifellos als Annex zur Hauptabsorption in der brechbareren Spectralhälfte gehört. Handelte es sich um morphologische Dinge, so würde man sagen können, Band IV existire im Blätterspectrum nur rudimentär.

Für diese Auffassung — und warum soll man im vorliegenden Falle das Wort rudimentär nicht gebrauchen, da es für den Botaniker wenigstens leicht verständlich ist — spricht insbesondere auch der Umstand, dass bei zunehmender Zahl der Blattschichten dieser Streif sich nicht verbreitert, sondern sogar wieder verschwindet. Die Thatsache ist zweifellos und auch unschwer zu erklären. Denn die Absorptionsbänder werden ja im Spectroscop überhaupt nur sichtbar durch eine Contrastwirkung gegen die benachbarten, mehr Licht durchlassenden Spectralregionen. Weil aber dieser Contrast mit Zunahme der absoluten Absorption sich mehr und mehr ausgleicht, so kann ein an und für sich schwaches Absorptionsband dadurch bei steigender Schichtendicke für das Auge zum Verschwinden gebracht werden.

Mit diesen Beobachtungen stimmen die Zeichnungen überein, welche Kraus vom Blätterspectrum der *Deutzia scabra* geliefert hat[2]). Im Spectrum eines Blattes treten Band II, III und IV im Vergleich zu I weit schwächer hervor, als in einer Lösung; im Spectrum einer zweifachen Blätterlage sind Band II und III ein wenig verbreitert, Band IV fehlt aber vollständig!

Die geringere Stärke von Band II und III sowie der gänzlich rudimentäre Character von Band IV veranlassen mich, das Spectrum lebender Blätter von demjenigen jeder Lösung, in welcher namentlich Band IV stets scharf hervortritt, für verschieden zu halten, und einer solchen Abweichung im Spectrum muss eine Verschiedenheit des chemischen Zustandes entsprechen. Ich folgere daraus, dass das sogenannte Chlorophyll der Lösungen chemisch nicht identisch ist mit dem Chlorophyll lebender Blätter, mit anderen Worten, dass letzteres beim Uebergang in irgend ein Lösungsmittel stets eine chemische Veränderung, eine Zersetzung erfährt. Diese Ansicht ist übrigens auch schon von Anderen, z. B. von Pringsheim, von Hoppe-Seyler, als Annahme geäussert worden.

---

[1]) Recherches sur le spectre solaire. Atlas. — Upsala 1868.

[2]) l. c. Taf. I. Fig. 5, 6.

Ueber die Art der Zersetzung, welche das Chlorophyll erfährt, wenn es mit irgend einem Lösungsmittel ausgezogen wird, habe ich mir eine bestimmte Vorstellung gebildet. Alles Chlorophyll der Lösungen entspricht chemisch in höherem oder geringerem Grade dem durch Säuren veränderten Chlorophyll.

Die erste Wirkung des Zusatzes einer schwachen Säure zu einer Chlorophylllösung ist die, dass Band IV des Absorptionsspectrums schärfer hervortritt; man vergleiche nur die Abbildungen, welche Kraus auf Taf. III Fig. 5, 6 und 7 von der Säurewirkung giebt. Nun hat schon Kraus gefunden (l. c. S. 71), dass die Blätter einiger Pflanzen — er macht nur *Ampelopsis* und *Vitis* namhaft, man kann die gleiche Erscheinung aber auch an *Rheum*, *Rumex* und *Oxalis*[1]) wahrnehmen — nicht, „wie die übrigen“, beim Kochen mit Wasser schön grün bleiben, sondern eine bräunliche Farbe annehmen, ähnlich der Farbe zersetzten Chlorophylls. „Die Extraction mit Weingeist zeigte auf den ersten Blick eine der Farbe und der spectralanalytischen Reaction nach zersetzte Lösung.“ Kraus schreibt das abweichende Verhalten der Blätter von *Ampelopsis* einer Einwirkung des stark sauren Zellsafts dieser Pflanze zu, welchen das lebende Protoplasma nicht eindringen lässt, der aber in das durch höhere Temperatur getödtete Chlorophyllkorn hineinzudiffundiren vermag und daselbst Zersetzung hervorruft.

Diese Erklärung von Kraus ist ganz zweifellos richtig; derselbe hat nur übersehen, dass genau der gleiche Process, das Eindringen von sauer reagirendem Zellsaft in die Chlorophyllkörner, in jedem Falle stattfinden muss, wo chlorophyllhaltige Zellen, sei es durch höhere Temperatur, sei es durch Einwirkung des Lösungsmittels getödtet werden — weil der Zellsaft aller grünen Zellen sauer reagirt. Es wird daher bei jeder Extraction des Chlorophylls mit irgend einem Lösungsmittel oder bei den dazu vorbereitenden Manipulationen, z. B. dem Trocknen der zerkleinerten Gewebe, eine sauer reagirende Substanz mit dem Chlorophyll in Berührung gebracht, welche dasselbe in der Richtung des sogenannten Säure-Chlorophylls verändert, also theilweise in Chlorophyllan verwandelt[2]). Nur der Grad dieser Veränderung ist ein verschiedener, er ist bei der grossen Mehrzahl der Pflanzen ein viel geringerer, als z. B. bei *Ampelopsis* oder *Rheum*. Stets aber giebt sich vornehmlich darin ein scharfer Unterschied zwischen unverändertem und durch Säure zersetztem Chlorophyll zu erkennen, dass, während im Absorptionsspectrum des ersteren Band IV (im Grün, der Wellenlänge $\lambda = 540$ entsprechend) nur ganz rudimentär angedeutet ist, dasselbe im letzteren mit aller Schärfe hervortritt. Aber auch die Bänder II und III erfahren durch die Einwirkung der Säure eine deutliche Verstärkung. Hierzu stimmt die oben citirte Angabe Schönn's, wonach in seinen Blättern die übrigen Bänder zum Band I erst hinzutraten, nachdem die Blätter der Hitze ausgesetzt worden waren. Ferner ist wohl nach den bezüglichen Angaben von Hoppe-Seyler¹) nicht zu bezweifeln, dass Band IV, sofern es deutlich hervortritt, als ein specificher Chlorophyllanstreifen angesehen werden kann.

---

[1]) In Bezug auf letztere vgl. Wiesner, Die Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze. Wien 1877. S. 11 Anm.

[2]) Vgl. Tschirch, Untersuchungen über das Chlorophyll (Ber. d. d. bot. Ges. I. Heft 3 u. 4, S. 9 des Separatabdrucks).

Ein einfacher Versuch mag als Bestätigung dieser Vorstellung angeführt sein. Wenn man Blätter von *Impatiens*, *Sambucus*, *Deutzia* und andere, welche das Absorptionsband IV nur in äusserst schwacher Andeutung zeigen, vorübergehend in siedendes Wasser taucht, so tritt Band IV alsbald breit und scharf hervor, auch Band II zeigt sofort eine erhebliche Zunahme des Dunkels, kurz, das Absorptionsspectrum gleicht jetzt, wenn wir von der Dispersionsverschiebung absehen, durchaus demjenigen einer alkoholischen Lösung. Auch wenn man Blätter mit sehr verdünnter Essigsäure injicirt und eine Zeit lang in der Flüssigkeit liegen lässt, tritt die gleiche Modification des Absorptionsspectrums ein, wie beim Eintauchen in siedendes Wasser. In beiden Fällen ändert sich die relative Lage der Absorptionsbänder aber nicht.

Abgesehen von den soeben namhaft gemachten Differenzen in Bezug auf die Absorptionsmaxima in dem weniger brechbaren Spectralabschnitte zeigen sich analoge Unterschiede in Bezug auf die Minima der Absorption. Diese Absorptionsminima entfallen auf das äusserste Roth von den Wellenlängen 720—700 und auf das Grün zwischen 560 und 540. Das letztere wird nun von concentrirten Chlorophylllösungen stärker absorbirt, als von lebenden Blättern; denn bei einer Schichtendicke der Lösung, wo man von dem positiven Streifen im Grün nichts mehr wahrnimmt, wo dasselbe bereits völlig verdunkelt erscheint, erblickt man das äusserste Roth zwischen 720 und 700 noch relativ deutlich. Anders im Blatte. Bei *Impatiens parviflora* verschwand das Roth mit einer Schicht von 16 Blättern, bei 15 war es noch eben erkennbar; das Grün zwischen 560 und 540 schien dagegen noch durch eine Schicht von 18 Blättern hindurch. Ebenso verhielten sich Blätter von *Deutzia* und *Sambucus*.

---

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie III, S. 348.

Aus der beifolgenden Zeichnung lassen sich die Wellenlängen direct ablesen, welche im Absorptionsspectrum einer gewissen Anzahl von Blättern mehr oder weniger verdunkelt erscheinen. Aus diesem Grunde habe ich von einer tabellarischen Angabe der Absorptionen in Zahlen Abstand genommen[1]).

Es scheint mir nicht überflüssig, die Vorgänge bei der soeben beschriebenen Veränderung des Chlorophyllspectrums durch Säuren aus den Gesichtspunkten der Undulationstheorie noch etwas näher ins Auge zu fassen. Durch Euler, Kirchhof, Angström, Lommel u. A. ist die Vorstellung zu einem fest begründeten Satze der theoretischen Optik gestaltet worden, dass ein Körper Lichtstrahlen derjenigen Schwingungszahlen absorbirt, in denen seine eigenen kleinsten Theilchen vibriren, während er andere Strahlen hindurchlässt, mit deren Schwingungszahl die Partikel seiner eigenen Substanz nicht zu schwingen vermögen. Wenn wir nun sehen, dass ein Körper gewisse Strahlen sehr lebhaft absorbirt, schon in dünner Schicht fast vollständig auslöscht (a), während andere nur wenig geschwächt werden (b), so können wir daraus schliessen, dass die Theilchen des Körpers leicht mit den Schwingungszahlen von a erregbar sind, während sie viel schwieriger in den Schwingungszahlen von b sich zu bewegen im Stande sind. So vermögen die Chlorophylltheilchen leicht mit der Geschwindigkeit der zwischen B und C gelegenen Strahlen des Sonnenspectrums zu oscilliren, während dies schwieriger von Statten geht mit den den Bändern II und III entsprechenden Strahlen, und nur eben eine Tendenz sich zu erkennen giebt, auch mit den der dem Bande IV entsprechenden Strahlen zu schwingen. Beschränken wir uns vornehmlich auf die Betrachtung dieses letztgenannten Streifens, so muss der Neigung der Atome, in den Schwingungszahlen desselben sich zu bewegen, im intakten Chlorophyllmolekül ein erheblicher, schwer überwindlicher Widerstand begegnen. Dieser Widerstand wird augenblicklich beseitigt bei der Einwirkung von Säure, jetzt vermögen die Atome mit Lebhaftigkeit die angestrebte Bewegung auszuführen.

Vielleicht wirft diese Betrachtung einiges Licht auf die Art der Veränderung des Chlorophylls durch Säuren. Man könnte die Hypothese wagen, dass, wenn die Säuren erhebliche Umlagerungen in dem an sich gewiss äusserst labilen Moleküle des Chlorophylls hervorzubringen vermöchten, die spectroskopischen Eigenschaften des Säureproductes erheblicher, qualitativ, von denen des ursprünglichen Chlorophylls abweichen würden. Da aber die Veränderungen nur quantitativer Natur sind, die Absorptionsbänder ihren Ort behalten,

---

1) Für einen Vorlesungsversuch empfiehlt es sich, auf ein Blatt von einiger Ausdehnung im verdunkelten Hörsaal ein Spectrum direct zu projiciren; im durchfallenden Lichte treten dann die Absorptionsmaxima sehr deutlich hervor.

nur theilweise ihre Tiefe sich steigert, so scheint es am nächsten zu liegen, eine Spaltung der die Streifen II bis IV enthaltenden Atomcomplexe anzunehmen, durch welche die Atome in den Stand gesetzt werden, mit gewissen Geschwindigkeiten zu schwingen, woran sie im intakten Chlorophyllmolekül durch den Zusammenhang mit anderen Atomgruppen mehr oder weniger gehindert waren.

2. Der Aggregatzustand des Chlorophylls in der Pflanze.

Die Mehrzahl der Beobachter spricht sich dafür aus, dass das Chlorophyll in der lebenden Pflanze nicht fluorescirt. Simmler (l. c. S. 619) meint zwar, dass den grünen Blättern eine schwache Fluorescenz zukomme; Hagenbach (l. c. S. 225) und Lommel (l. c. S. 519) bestreiten dieselbe gänzlich. Dagegen glaubt N. I. C. Müller[1]) bei Anwendung der Methode des derivirten Spectrums in Blättern Fluorescenz beobachtet zu haben.

Die Unbestimmtheit, namentlich dieser letzteren Angabe, veranlasste mich, einige Versuche in der bezeichneten Richtung anzustellen.

Lässt man weisses Licht auf ein frisches Blatt fallen, so bemerkt man bekanntlich nichts von einem rothen Schimmer, welchen jede Chlorophylllösung im auffallenden Lichte zeigt. Ich benutzte nun die sehr fleischigen Blätter einiger *Mesenbryanthemum*-Arten, welche um das centrale farblose Parenchym einen relativ mächtigen Mantel chlorophyllführender Zellschichten besitzen, um aus einer achromatischen Sammellinse einen Lichtkegel darauf fallen zu lassen, und diesen auf einem Durchschnitt des Blattes im Profil zu betrachten; es war keine Spur von rothem Fluorescenzlicht zu sehen.

Ich liess dann eine Portion Blätter von *Sambucus nigra* fein zerkleinern und den Saft unter starkem Druck abpressen; Proben der erhaltenen Flüssigkeit wurden in verschiedenem Verhältniss mit Wasser gemischt. In diese grün gefärbten Emulsionen verschiedener Concentration, in denen zahlreiche verletzte und unverletzte Chlorophyllkörner herumschwammen, wurde ebenfalls mit der Sammellinse ein Lichtkegel geworfen und auch hier zeigte sich keine Fluorescenz.

Ich schritt dann zur Anwendung der empfindlichsten Methode, die es giebt, um auf Fluorescenz zu prüfen. Es ward ein Spectrum mittelst einer Cylinderlinse zu einem schmalen Streifen von grosser Lichtstärke zusammengezogen und auf die Fläche eines Blattes projicirt; dies Linearspectrum ward durch ein horizontal stehendes Prisma, dessen brechende Kante mit der Längsrichtung des Spectrums parallel lag, betrachtet und auch hierbei liess sich kein rothes Fluorescenzlicht entdecken. Es war bei diesem Versuche völlig gleich, ob die angewandten Blätter mit Wasser injicirt waren oder nicht, ob lebend oder durch Eintauchen in heisses Wasser getödtet.

---

[1]) Bot. Unters. I. S. 11.

Aus diesen Versuchen folgt, dass das Chlorophyll grüner Blätter nicht oder doch nicht in wahrnehmbarem Grade fluorescirt.

Die intensive rothe Fluorescenz der Lösungen kann aber auch nicht von dem Uebergang in Chlorophyllan herrühren. Denn durch Eintauchen der Blätter in heisses Wasser, welches bestimmt schon partielle Chlorophyllanbildung hervorruft, wie sich aus dem Absorptionsspectrum so behandelter Blätter ergiebt, lässt sich keine Fluorescenz erzeugen. Ziehen wir nun in Betracht, dass, wie Hagenbach gezeigt hat, auch das aus Lösungen in fester Form niedergeschlagene Chlorophyll, das jedenfalls zum grossen Theil aus Chlorophyllan besteht, nicht fluorescirt, so kommen wir zu dem Ergebniss, dass auf jeden Fall in der Mitwirkung der Lösungsmittel eine der Bedingungen der Fluorescenz gesucht werden muss. Soviel bis jetzt bekannt, fluorescirt das Chlorophyll aber in allen seinen Lösungsmitteln, nur in verschiedenem Grade, in Aether z. B. lebhafter als in Alkohol. Wenn wir also das Chlorophyll in den Blättern nicht fluoresciren sehen, so scheint daraus zu folgen, dass dasselbe darin nicht im Zustande einer Lösung vorhanden ist. Damit die im Chlorophyll und auch in seinen nächsten Derivaten, wie dem Chlorophyllan, enthaltenen Atomgruppen Fluorescenzlicht aussenden können, ist offenbar eine gewisse Leichtbeweglichkeit der Moleküle, wie sie der Zustand der Lösung mit sich bringt, erforderlich[1]).

Die völlige Sicherstellung der Thatsache, dass die Fähigkeit zu fluoresciren lediglich vom Aggregatzustande des Chlorophylls abhängt, ist aber von grosser Wichtigkeit, weil wir daraus einen Rückschluss ziehen können auf den Aggregatzustand des Chlorophylls in den Blättern.

Der folgende Versuch scheint mir für die Beantwortung dieser Frage entscheidend.

Ich löste Chlorophyll, dass aus einer frischen alkoholischen Lösung durch Verjagen des Alkohols gewonnen war, in geschmolzenem Paraffin. Die Lösung fluorescirte auf das schönste, nicht weniger intensiv als die alkoholische. Ich liess jetzt das Paraffin erkalten, wobei es zu einem durchscheinenden, gleichförmig grün gefärbten Cylinder erstarrte, in welchem die Chlorophyllmoleküle offenbar ebenso fein und regelmässig vertheilt waren, wie im flüssigen Paraffin; dies feste, chlorophyllhaltige Paraffin zeigte nicht die geringste Fluorescenz. Ich konnte dann durch erneutes Schmelzen und Erkaltenlassen die Fluorescenz nach Belieben von Neuem hervorrufen und verschwinden machen.

Diese Beobachtung führt zu dem Schlusse, dass das Chlorophyll in den Pflanzen im festen Aggregatzustande enthalten ist, weil die optischen Eigenschaften durchaus nur mit denen des festen, nicht aber mit denen des gelösten Chlorophylls übereinstimmen.

---

[1]) In diesem Sinne äussert sich auch Lommel l. c.

Dem entspricht auch die Lage der Absorptionsmaxima in festem, aus Lösungen niedergeschlagenem Chlorophyll; schon Hagenbach hat beobachtet, dass Band I darin an derselben Stelle liegt, wie in den Blättern, und Lommel hat das Gleiche für Gelatineplättchen constatirt, welche mit Chlorophylllösung getränkt und dann getrocknet waren. Auch das feste chlorophyllhaltige Paraffin zeigt das Band in der gleichen Lage.

Pringsheim[1]) hat die Vorstellung entwickelt und vertheidigt, dass das Chlorophyll in einem ölartigen Menstruum gelöst in den Chlorophyllkörnern enthalten sei. Nach unsereren obigen Wahrnehmungen müsste man aber annehmen, dass dieses ölartige Lösungsmittel ein fester, fett- oder wachsartiger Körper sei, der bei etwas höherer Temperatur schmilzt und dann jene tiefgrünen ölartigen Tropfen darstellt, welche Pringsheim bei Behandlung mit heissen Wasserdämpfen aus dem schwammigen Stroma der Chlorophyllkörner austreten sah.

Arthur Meyer[2]) findet auch bei Untersuchung des intacten Chlorophyllkorns einer farblosen oder doch hellen Grundmasse grüne Kugeln eingebettet, welche er „grana“ nennt, und welche das Chlorophyll enthalten. Weil diese Grana mit Wasser quellbar sind, ohne dass der grüne Farbstoff sich löst, so folgt, dass sie nicht aus Chlorophyll allein bestehen können, sondern entweder ein Gemenge eines in Wasser quellbaren Körpers mit Chlorophyll sein müssen, oder dass innerhalb des Granums ein in Wasser quellbarer oder löslicher Kern liegt, während die chlorophyllführende Substanz diesen Kern als Kugelschale umgiebt.

Wie dem auch sein mag, so müssen wir daran festhalten, dass die Chlorophyllmoleküle auf keinen Fall in dem leichtbeweglichen Zustande einer Lösung oder einer Flüssigkeit in der Pflanze enthalten sind. Da man nun in den Chlorophyllkörpern unter normalen Verhältnissen den Farbstoff auch nicht krystallisirt findet, so ist das wahrscheinlichste, dass die Chlorophylltheilchen entweder in analoger Weise zwischen der Substanz eines festen Körpers eingelagert sind wie im festen Paraffin, oder dass sie in ebenso feiner Vertheilung zwischen den Theilen einer — festen und quellbaren oder flüssigen — Materie sich finden, in welcher das Chlorophyll nicht löslich ist.

Bevorzugt man die erstere Alternative, so würde man als Träger des Chlorophylls sich einen festen wachsartigen Körper vorstellen können, und durch diese Annahme wäre die Erscheinung der von Prings-

---

1) Z. B. Chlorophyllfunction und Lichtwirkung. S. 92 ff. des Separatabdrucks. 1882.

2) Das Chlorophyllkorn. S. 24 ff. 1883.

heim beobachteten grünen Tropfen, welche derselbe nach Erwärmung aus den Chlorophyllkörpern austreten sah, leicht zu erklären.

Die zweite Möglichkeit, dass die Chlorophyllmoleküle eine protoplasmatische Grundsubstanz in feinster Vertheilung durchdringen, würde sich besser mit den physiologischen Thatsachen vereinbaren lassen, wenigstens dann, wenn wir annehmen, dass das Chlorophyll chemisch an der Reduction der Kohlensäure betheiligt sei. Denn die Kohlensäure muss in wässeriger Lösung ihren Weg zu den Chlorophyllmolekülen finden, und da wäre eine feinere Vertheilung der letzteren in einem für Wasser durchdringbaren Medium jedenfalls verständlicher, als wenn das Chlorophyll an ein Medium gebunden und von diesem umhüllt wäre, welches durch Wasser überhaupt nicht berührt wird. Dann würden die Pringsheim'schen Versuche in der That die Deutung erfahren können, dass durch Erwärmung die bis dahin durch ein protoplasmatisches Medium getrennten Chlorophyllmoleküle zu Chlorophylltropfen vereinigt werden und als solche an der Oberfläche der Chlorophyllkörner austreten.

3. Die natürliche Farbe grüner Blätter.

Obwohl die Blätter der Bäume und Kräuter unserem Auge undurchsichtig und über dunklem Grunde sogar nicht einmal transparent erscheinen, ist ihre von unserer Gesichtswahrnehmung als grün klassificirte Farbe doch keineswegs eine Oberflächenfarbe im engeren Sinne zu nennen, wie sie so viele opake Körper aussenden. Obwohl in der Literatur verschiedene Angaben über das von den Blättern ausgesandte Reflexlicht existiren, scheinen mir die bisherigen Untersuchungen über das Zustandekommen desselben doch noch nicht vollständig befriedigend zu sein.

Zuerst hat sich wohl Simmler[1]) eingehender mit Untersuchung der grünen Farbe der Vegetation beschäftigt. Er fand, dass grüne Blätter im intensiven durchfallenden Lichte das äusserste Roth, ferner Orange Gelb und Grün hindurchlassen, während bei Anwendung schwächeren Lichts das Roth verschwindet. Er meint aber, dass das rothe Licht zwischen A und B sowohl die Blätter durchsetzen als auch von „ihrer Oberfläche“ reflectirt werden könne. „Das weisse Licht dringt bis in eine gewisse Tiefe der Chlorophyllschicht ein, kehrt in Folge einer Reflexion um und tritt, an gewissen Strahlen ärmer, als grünes Mischlicht heraus.“ Diesem Reflexlicht soll dann noch etwas rothes Fluorescenzlicht, also Eigenlicht des Chlorophylls, beigemengt sein.

Präciser wurde die Ursache der grünen Farbe der Vegetation durch Askenasy[2]) definirt: „Indem weisses Licht auf die Blätter fällt, wird

---

1) Vermischte Mittheilungen. 2. Ein Erythrophytoskop. 4. Einiges über Fluorescenz und Absorptions-Erscheinungen beim Blattgrün. Pogg. Ann. 115. S. 593 ff. 1862.

2) Beiträge zur Kenntniss des Chlorophyllfarbstoffes und einiger dasselbe begleitender Farbstoffe. Bot. Zeit. 1867. S. 226.

ein Theil in der Oberfläche reflectirt, ein anderer Theil dringt in das Innere ein. Da das Blattgewebe aus das Licht verschieden brechenden Elementen besteht, und in den meisten Fällen auch sehr zahlreiche mit Luft erfüllte intercellulare Räume enthält, so wird ein grosser Theil des Lichtes in grösserer oder geringerer Tiefe reflectirt. Diesem unregelmässig reflectirten Licht verdanken die Blätter ihre Farbe.“ Es sei ferner anzunehmen, dass diesem Licht diejenigen Bestandtheile des weissen Lichts fehlen, die vom Chlorophyll am stärksten absorbirt werden. „Das Grün der Blätter entspricht deshalb nahezu dem von einer Chlorophylllösung durchgelassenen, man kann es im Allgemeinen als ein stark mit Roth gemischtes Grün bezeichnen.“

Weiter hat sich auch Lommel[1]) mit diesem Thema beschäftigt und ist ebenfalls zu dem Resultat gekommen, dass die grüne Farbe, in welcher uns die Pflanzen erscheinen, dieselbe Zusammensetzung habe, wie das durch ein einzelnes Blatt gegangene Licht. Es sind darin enthalten: Das äusserste Roth bis nahe vor B vollkommen ungeschwächt, die Strahlen zwischen C und E mit ziemlich grosser Lichtstärke, dunkelgrün und blau nur schwach bis zur Mitte von F und G, gar nicht oder äusserst schwach das Roth zwischen B und C, sowie das Blau und Violett von der Mitte zwischen F und G an. Man erkennt diese Zusammensetzung des von grünen Pflanzentheilen reflectirten Lichts auf das Beste, wenn man ein Spectroscop direct auf eine gut beleuchtete Baum- oder Strauchgruppe richtet. Dagegen bestreitet Lommel, dass der Pflanzenfarbe auch nur eine Spur von Fluorescenzlicht beigemischt sei.

Ich vermag diesen Angaben von Lommel nur zuzustimmen und kann insbesondere auch bestätigen, dass die spectroscopische Analyse des von beleuchteten Blättern zurückgeworfenen Sonnenlichts uns das Absorptionsspectrum des Chlorophylls erkennen lässt; auch die Verdunkelung im Orange und Gelb sah ich hierbei meistens sehr deutlich hervortreten.

Mit dem Spectrum des von grünen Blättern reflectirten Lichtes hat sich auch Vierordt[2]) beschäftigt und die Lichtstärke desselben gemessen. Ein Ahornblatt reflectirte hierbei etwa $\frac{1}{3}$ mehr von dem unter 45° auffallenden Sonnenlicht, als es senkrecht auffallendes Sonnenlicht durchgehen liess. Es zeigte sich ferner, dass im Reflectionsspectrum die Strahlen von E bis F, im Absorptionsspectrum die von A bis D mehr vorwalteten, während der Antheil der Region D bis E nahezu derselbe war.

Ich möchte nur noch mit wenigen Worten die Frage erörtern, woher es kommt, dass bei dieser Beschaffenheit des von den Pflanzen reflectirten Lichts die Vegetation uns Grün erscheint und nicht etwa

---

1) Erythroskop und Melanoskop. Pogg. Ann. Bd. 143. S. 483. 1871.

2) Die Anwendung des Spectralapparates etc. Tübingen 1873. S. 77 ff.

rothgelb; wir sind berechtigt so zu fragen, weil ein beträchtlicher Theil von rothen, orangen und gelben Farben-Strahlen im Pflanzengrün enthalten ist.

Die so gestellte Frage fällt ziemlich zusammen mit der anderen, warum ein Blatt im durchfallenden Lichte grün aussieht.

Die Antwort auf diese Frage ist, wie ich glaube, eine sehr einfache. Relativ wenig geschwächt sind im Pflanzengrün nur die beiden Strahlengattungen: Roth von λ 720 bis 700 und Grün von λ 540 bis 520 enthalten. Von diesen beiden Farben afficirt das Roth unsere Netzhaut relativ viel weniger als das Grün, es kommt im Auge eine optische Contrastwirkung zu Stande, bei welcher die Helligkeitserregung im Sinne des Grün so sehr über diejenige des Roth überwiegt, dass letztere sich geradezu wie Dunkelheit verhält. Daher sehen wir nur Grün, nicht Roth; das Roth wird aber sogleich sichtbar, wenn wir mit Anwendung einer Gläsercombination wie im Erythroscop die grünen Strahlen absorbiren, so dass die rothen allein in unser Auge gelangen. Die vielen verschiedenen Töne des Grün bei den verschiedenen Pflanzen dürften vornehmlich durch den Wechsel in der Beimengung von orangen, gelben und blauen Strahlen hervorgerufen sein, die in der Pflanzenfarbe bald mehr bald weniger geschwächt neben dem Roth und Grün unser Auge treffen.

Etwas anders lautet die Antwort, welche Vierordt auf diese Frage ertheilt (l. c. S. 82); ich lasse die bezügliche Aeusserung dieses Beobachters ihrem Wortlaut nach folgen: „Die grüne Farbe des vom Blatt reflectirten und durchgelassenen Lichtes wird zunächst dadurch bedingt, dass die verhältnissmässige Gesammthelligkeit in den Regionen D bis G des Absorptions- und Reflexionsspectrums etwas grösser ist als im Sonnenspectrum. Indem auf diese Regionen $\frac{9}{10}$ der ganzen Lichtmenge des Sonnenspectrums fallen, so muss eine auch nur mässige relative Steigerung ihrer Lichtstärke den Eindruck des Grün hervorrufen. Dazu kommt noch, dass die verhältnissmässige Helligkeit des vom Pflanzenblatt reflectirten und absorbirten Lichtes von C bis D geringer ist, als im Sonnenspectrum.“

„Die verhältnissmässige Gesammtmenge des reflectirten und absorbirten rothen Lichtes ist — trotz der stärkeren Absorption im Bereich des Absorptionsbandes des festen Chlorophylls — gleichwohl grösser, als die relative Helligkeit von A bis C im Sonnenspectrum. Die stärkere Wirkung des Roth wird aber durch die gesteigerte Helligkeit des complementären Grün und Blaugrün mehr als compensirt.“

Endlich sei es mir vergönnt, auch der Reflectoren etwas eingehender zu gedenken, welche das grüne Pflanzenlicht zurückstrahlen. Ein Theil des weissen Sonnenlichts wird unverändert an den Cuticularwänden der Blattoberseite und, wo diese vorhanden sind, insbesondere auch an den Wachsausscheidungen reflectirt, ohne überhaupt in das Gewebe des Blattes einzudringen; in dem Masse als Papillen und Haare die den einfallenden Strahlen zugekehrte Seite der Blätter bedecken, wächst die Grösse der reflectirenden Fläche im Verhältniss zur Grösse der das Blatt treffenden Lichtmenge, die wir uns bei Sonnenschein als eine für das Quadratmillimeter Blattfläche constante vorstellen können. Veranschlagen wir die von einer ebenen Zellwand reflectirte Lichtmenge auf etwa 8 bis 10 pCt. des einfallenden Lichts, so wird dieser Procentsatz sich steigern proportional der durch Unebenheiten verursachten Flächenvergrösserung, wobei auch noch Lichtverminderung durch Absorption dieser Unebenheiten (Wachsüberzüge, Haare) hinzutritt. Weitere Reflexe von jedenfalls geringerem Belange finden an jeder Schicht der Cuticularwände statt, ferner an den Grenzflächen von Protoplasma und Zellsaft sowie den inneren Wänden der Epidermiszellen; auch absorbiren diese letzteren einen Theil der Strahlen. Ist ferner die Blattfläche zur Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen geneigt, so mindert sich hierdurch nach einem bekannten optischen Gesetze die Beleuchtungsintensität der Flächeneinheit proportional dem Sinus des Neigungswinkels.

So gelangt nur ein Bruchtheil des den Blättern zustrahlenden Lichts zu den Chlorophyllkörnern des Assimilationsparenchyms, wo die stärksten Absorptionen stattfinden. Hat aber ein Strahlenbündel ein Chlorophyllkorn passirt, so stösst es unter häufiger Zerstreuung auf die mannigfachsten und sehr verschieden gerichteten Reflectoren, die es wieder zurück und anderen Chlorophyllkörnern wieder zuwerfen; es sind dies die Grenzflächen der Zellwände, Protoplasmaschläuche und des Zellsafts, vor allen Dingen aber die lufterfüllten feinen Gänge zwischen den Pallisadenzellen. Diejenigen Strahlen aber, welche das Blatt mehr in gerader Richtung bis zur Tiefe durchdringen, treffen bei sehr vielen Blättern an der Unterseite geradezu auf einen Spiegel, der die Mehrzahl derselben nochmals durch das Blatt von unten her hindurchwirft, so dass sie das Blatt von der Oberseite wieder verlassen.

Als einen solchen Spiegel haben wir alle diejenigen Vorrichtungen anzusehen, welche dahin wirken, dass die Unterseite eines Blattes uns heller, glaucescirend, ja weisslich erscheint. Häufig wird der hellbläuliche Schimmer der Blattunterseite durch Wachsüberzüge gebildet (*Magnolia glauca*, *Abies pectinata* u. a.) in zahlreichen Fällen durch feine, der Blattfläche anliegende Seidenhaare oder durch die stark entwickelte Luftschicht des Schwammparenchyms.

Alle diese Reflectoren, insbesondere aber der Hauptreflector auf der Unterseite der Blätter, werfen das Licht so zurück, dass es nach nochmaliger Absorption durch die Chlorophyllkörper die Oberseite der Blätter zuletzt wieder verlässt und unserem Auge in der grünen Mischfarbe des Chlorophylls, im Spectroscop mit den Absorptionsstreifen dieses Farbstoffs erscheint.

Diese Eigenschaft der Blätter kann zweifellos für die Pflanze in ökonomischer Hinsicht von hoher Bedeutung sein; es wird dadurch eine Ausnutzung des der Pflanze zustrahlenden Lichtes erzielt, wie sie zweckmässiger nicht gedacht werden kann: Im vollen Sonnenschein werden selbst dickere Blätter sich auf diese Weise meistens im Zustande des Lichtmaximums der Assimilation befinden, d. h. sie würden nicht mehr Licht ausnutzen können, als sie erhalten, vielfach wird auch Licht die Blätter wieder verlassen, welches überflüssig gewesen war. Von der grössten Bedeutung wird aber das Princip der inneren Reflexion für die Pflanzen in Gegenden, wo an der grossen Mehrzahl der Sommertage die Sonne hinter Wolkenschleiern sich verhüllt und ihre Strahlen durch die Absorption der letzteren eine bedeutende Schwächung erfahren; in diesen Fällen bildet die durch die innere Reflexion bedingte Lichtersparniss der Pflanzen einen wesentlichen Factor für ihre Ernährung; von den Pflanzen im Waldesschatten gilt Aehnliches.

Es giebt sogar Pflanzen, die so gut wie nichts von dem Licht wieder frei geben, welches sie einmal eingefangen haben. Dahin gehören die mit dichtem anliegenden Filz bekleideten Blätter, z. B. diejenigen von *Stachys germanica.* Sind einmal Lichtstrahlen durch die obere Filzdecke hindurchgedrungen, so werden sie von der Unterseite reflectirt, sie treffen dann wieder von Innen heraus gegen den Haarfilz der Oberseite und dieser wirft sie zum grössten Theil wieder zurück in das Innere des Blattes, wo das gleiche Spiel sich wiederholt. Hiermit hängt es zusammen, dass derartige Pflanzen so wenig grünes Licht zurückstrahlen, dass sie weiss erscheinen. Sie reflectiren sicher weitaus den grössten Theil des auffallenden Lichts, und diese Eigenschaft kann für manche Pflanze ihres Standorts wegen Lebensbedingung sein; für den Bruchtheil des Lichtes aber, welches durch den Haarfilz der Oberseite wirklich hindurchdringt, versieht eben diese reflectirende Oberseite eine conservirende Function und sorgt für dessen ergiebigste Ausnutzung durch das Blatt.

4. Farbe und Assimilation.

Wenn wir als Farbe den Eindruck des durch die Absorption eines Pflanzenblattes in seiner Zusammensetzung veränderten Sonnenlichts auf unser Sehorgan definiren, so kann natürlich von einer Beziehung zwischen Farbe und Assimilation nicht die Rede sein; die Farbe ist dann nichts als eine subjektive auf einem specifischen Empfindungsvermögen beruhende Anschauungsform.

Wir können aber der Farbe auch eine objektive Geltung unterlegen, wenn wir darunter die Summe der von einem Pflanzenblatte durchgelassenen oder reflectirten Lichtwellen verstehen; in diesem Falle besteht eine unzweifelhafte Beziehung zwischen Farbe und Assimilation des Kohlenstoffs darin, dass diejenigen Lichtwellen, welche die Farbe eines Blattes ausmachen, in diesem Blatte keine Arbeit geleistet haben können, weil nur absorbirtes Licht sich innerhalb eines Körpers in eine andere Energieform umzuwandeln vermag.

Weil aber zweifellos alle Wellenlängen des Sonnenlichts im Blatt eine Absorption erfahren, so lässt sich a priori nichts darüber aussagen, ob nicht doch gerade Lichtwellen derjenigen Gattungen, welche, relativ durch das Blatt am wenigsten geschwächt, sich an der Erzeugung der Empfindung des Grün in unserem Auge betheiligen, die wirksamsten im Assimilationsprocess sind; die Entscheidung dieser Frage gehört der Beobachtung.

Anderntheils soll aber nicht verkannt werden, dass nach dem allgemein in der Welt der Organismen herrschenden Princip der Nützlichkeit es schwer zu begreifen wäre, wenn zwischen den so sehr auffallenden Absorptionsverhältnissen des Chlorophylls[1]) und der Lichtwirkung im Assimilationsprocess kein engerer Zusammenhang bestehen sollte.

Bekanntlich hat Lommel[2]) in einer geistvollen Abhandlung von anderem Gesichtspunkte aus gefolgert, dass das Maximum der Kohlenstoffreduction mit dem Absorptionsmaximum I des Chlorophyllspectrums zusammenfallen müsse. Es sei mir gestattet, auf einige Hauptgedanken dieser für den Pflanzenphysiologen wichtigen Abhandlung Lommels etwas näher einzugehen.

„Wir stellen uns vor“, sagt Lommel — und diese Vorstellung ist nach dem jetzigen Stande der Undulationstheorie gewiss unanfechtbar — „dass jedes Körpermolekül vermöge der Art und Weise seines Aufbaues aus Atomen und vermöge der besonderen durch die chemischen Molekularkräfte zwischen diesen bestehenden Verkettung auf eine gewisse Anzahl einfacher pendelartiger Schwingungen gleichsam abgestimmt ist. Wird nun das Molekül von einer Welle getroffen, deren Periode mit einer jener dem Molekül eigenthümlichen Schwingungen übereinstimmt, so setzt sie durch ihre in gleichem Tact wiederholten Stösse das Molekül in Bewegung oder verstärkt seine etwa schon vorhandene Bewegung. Die Welle giebt dabei entweder theilweise oder gänzlich ihre lebendige Kraft an die Moleküle des Körpers ab, sie geht deshalb nur geschwächt oder gar nicht durch den Körper hindurch, d. h. sie wird absorbirt. Andere Schwingungen, welche mit den in den Körpermolekülen gleichsam präformirten nicht stimmen, werden ungehindert oder wenig geschwächt durchgelassen. .... In der Regel wird ein Körpermolekül nicht nur einer, sondern vieler unter sich unharmonischer Schwingungen fähig sein, von denen die einen leichter, die anderen schwieriger ansprechen; .... auf welche Weise das Molekül auch in schwingende Bewegung versetzt werden mag, stets werden alle jene Vibrationen zusammen erklingen, welche dem Molekül vermöge der Art der Verkettung seiner Atome eigen sind. .... Die Absorption irgend eines Strahles ist um so energischer, je leichter das Molekül auf dessen Schwingungsperiode anspricht. An denjenigen Stellen des Spectrums, für deren Schwingungszahlen das Chlorophyllmolekül besonders leicht anklingt, werden demnach im durchgehenden Licht dunkle Absorptionsstreifen auftreten. ... Jeder absorbirte Strahl steigert nach Massgabe seiner Absorptionsfähigkeit die lebendige Kraft des gesammten dem Molekül eigenthümlichen Schwingungscomplexes. .... Die chemische Arbeit in der Pflanzenzelle wird verrichtet durch die lebendige Kraft, welche der Strahl bei der Absorption an die Zelle abgiebt."

---

[1]) Ein Vergleich der Assimilationscurve mit der Absorption einer alkoholischen Chlorophylllösung ist allerdings völlig bedeutungslos; nur die Absorption des lebenden Blattes darf zum Vergleiche herangezogen werden.

[2]) Ueber das Verhalten des Chlorophylls zum Licht. Pogg. Ann. 143. S. 568 ff. 1871. Vgl. auch N. I. C. Müller, Bot. Unters. I. S. 3 ff. 1872.

Diese Sätze, die nicht besser wiederzugeben sind als in der klaren Ausdrucksweise Lommels, werden eine der Grundlagen bilden müssen für jede Theorie der chemischen Lichtwirkung in der Pflanze.

Dagegen ist der weiteren Ansicht Lommel's nicht zuzustimmen, dass man auf deductivem Wege folgern könne, die wirksamsten Strahlen seien diejenigen, welche am leichtesten absorbirt werden und zugleich hohe mechanische Intensität besitzen, die rothen Strahlen zwischen *B* und *C*; — wenngleich diese Annahme zweifellos die nächstliegende ist. Aber die allgemein Gültigkeit des folgenden Ausspruches Lommels: „Ein Strahl, der vollständig absorbirt wird, bringt nur eine schwache Wirkung hervor, wenn seine mechanische Intensität gering ist", — lässt sich bestreiten. Denn es besteht zweifellos neben der Absorption und der mechanischen Intensität des Lichtstrahls, die wir in seiner Wärmewirkung messen, sicher noch ein drittes Moment, von dem die chemische Wirkung abhängt, in der Schwingungszahl eines Lichtstrahls selbst. Denn wenn die violetten und ultravioletten Strahlen im Stande sind, Chlorsilber zu zersetzen und Chlorwasserstoff zu bilden, — was abgesehen davon, dass sie durch diese Substanzen absorbirt werden, trotz ihrer geringen mechanischen Intensität eine Function ihrer Schwingungszahl ist — warum sollte es daher a priori ausgeschlossen sein, dass sie nicht in der Pflanze auch die Hauptarbeit der Assimilation verrichten?

Als Muthmassung liess sich aus dem Gedankengange Lommels voraussagen, dass das Maximum der Wirksamkeit auf die rothen Strahlen zwischen *B* und *C* entfallen müsse, eine nothwendige Folgerung aus den gegebenen Prämissen ist es nicht.

Wichtig sind auch einige Bemerkungen Hoppe-Seyler's[1]) über Beziehungen zwischen den spektroskopischen Eigenschaften des Chlorophylls und der Assimilation. Derselbe hebt insbesondere hervor, dass Licht-

---

1) Ueber das Chlorophyll der Pflanzen. I. Zeitschrift für physiol. Chemie III. S. 339 ff.

emissionen und Absorptionen nicht vom ganzen Moleküle, sondern von den Atomen oder Atomgruppen bewirkt werden, und dass die Bewegung derselben unter gleichen Verhältnissen dieselbe bleiben kann, wenn an andere Atome oder Atomgruppen Anfügung oder Abspaltung von Atomgruppen geschieht. Da nun der grösste Theil der auf Chlorophylllösungen fallenden Sonnenlichts sich in rothes Fluorescenzlicht von der Wellenlänge der Spectralregion zwischen *B* und *C* verwandle, so müsse die Atomgruppe, welche das fluorescirende Licht aussende, eine sehr grosse und freie Beweglichkeit besitzen, da ihre Schwingungen so regelmässig sind und die verschiedensten Stösse, welche sie durch Lichtbewegung erhält, sie zu ihren regelmässigen Pendelschwingungen veranlassen. „In diesen Schwingungen sammeln sich die Lichtwirkungen und der Gedanke lässt sich nicht abweisen, dass diese Atomgruppe es ist, welche in der lebenden Pflanze die Arbeit der Abspaltung des indifferenten Sauerstoffs ausführt.“ Da nun das Chlorophyll in der lebenden Pflanze nicht fluorescire, so müssten in der Pflanze durch das absorbirte Licht andere Effecte als Lichtschwingungen durch die bewegliche Atomgruppe ausgeführt werden.

An dieser Stelle möchte ich auch der Untersuchungen Vierordt's[1]) über die Absorption grüner Pflanzenblätter gedenken, welche derselbe photometrisch bestimmt hat. Die Untersuchungen beziehen sich auf Blätter von *Amorpha*, *Ampelopsis* und *Acer*. Die gewonnenen Werthe weichen unter sich bedeutend ab, was nicht zu verwundern ist, da Dicke, anatomischer Bau u. s. w. der Blätter dieser 3 Arten erheblich differiren; Vierordt macht selbst darauf aufmerksam, dass hier nicht blos die durch das Chlorophyll bedingte Absorption gemessen wurde, sondern dass auch der Lichtverlust durch das übrige farblose Pflanzengewebe mit hinzutritt. Bemerkenswerth ist unter den Resultaten Vierordt's, dass die Extreme in Helligkeit und Dunkel der einzelnen Regionen des Absorptionsspectrums geringere Differenzen zeigen, als es nach der blos qualitativen Spectralanalyse den Anschein hat; so zeichnet sich die Region *B* bis *C* nur durch eine mässig stärkere Absorption vor ihren Nachbarbezirken aus.

Den Vierordt'schen Zahlen geht leider die Uebersichtlichkeit ab, weil sie nicht auf Wellenlängen bezogen sind; doch hat der Verfasser in einer späteren Schrift[2]) eine Tabelle gegeben, welche die Reduction seiner Spectralregionen auf Wellenlängen gestattet. Hiernach würden sich die Absorptionswerthe für das Ahornblatt[3]) folgendermassen gestalten:

---

1) l. c. S. 71 ff.

2) Die quantitative Spectralanalyse. Tübingen 1876.

3) Spectralapparat S. 78. Tab. 31.

Spectralbezirk in Wellenlängen λ = Milliontel-Millimeter	Extinctions-coefficient	Gesammtlichtstärke des Spectralbezirks in Tausenden von Lichteinheiten	Mittlere Lichtstärke des Spectralbezirks pro Scaleneinheit (Wellenlänge) berechnet
764 bis 722	0,0024	0,98	0,023
722 „ 690	0,0015	11,36	0,355
690 „ 663	0,00062	10,80	0,400
663 „ 630	0,0008	173,0	5,242
630 „ 610	0,00139	439,54	21,977
610 „ 581	0,00044	710,1	24,486
581 „ 555	0,00062	659,1	25,350
555 „ 534	0,00054	509,1	24,243
534 „ 515	0,00049	323,2	11,747
515 „ 500	0,00050	184,0	12,266
500 „ 486	0,00058	121,0	8,643
486 „ 472	0,00038	46,2	3,300
472 „ 458	0,00051	19,9	1,421
458 „ 447	0,00049	14,2	1,290
447 „ 427	0,00035	7,0	0,650
427 „ 417	0,00016	1,6	0,160
417 „ 409	0,00019	1,3	0,162
409 „ 402	0,000085	0,1	0,014

In vorstehender Tabelle enthalten Col. 2 und 3 die unveränderten Zahlen Vierordt's, Col. 1 die Vierordt'schen Spectralbezirke umgerechnet auf die Scala der Wellenlängen. Zieht man nun in Betracht, dass die Zahlen der Col. 1 in fast jeder Querreihe verschieden grosse Differenzen zeigen — die Differenz (= dem Spectralbezirk in Einheiten der Wellenlängenscala) in der ersten Reihe beträgt beispielsweise 42, die in der letzten nur 7 Scalatheile! — so kommt man zu dem Ergebniss, dass die Vierordt's Spectralbezirken entsprechenden Lichtmengen auch bei einer Reduction auf Wellenlängen nicht direct vergleichbar sind. Ich musste, um diese Vergleichbarkeit zu erreichen, eine weitere Reduction vornehmen. Das Ergebniss dieser Rechnung ist in Col. 4 der Tabelle enthalten, deren Werthe die mittlere Lichtstärke innerhalb der Vierordt'schen Spectralbezirke bezeichnen. Die Zahlen wurden erhalten mittelst Division der absoluten Lichtstärken durch die auf den Spectralbezirk entfallende Anzahl von Einheiten der Wellenlängen-Scala.

Um diese Werthe graphisch in einer unserer Absorptionscurven (S. 399) entsprechenden Weise darzustellen, kann man die Zahlen der

Col. 4 auf eine Decimale abrunden und von 100 subtrahiren, die so erhaltenen Differenzen aber als Ordinaten auf der Wellenlängenscala als Abscissenaxe auftragen; die Maxima der Curve sind dann Maxima der Absorption. In Bezug auf die so erhaltene Curve ist zu bemerken, dass sie ein Maximum zwischen B und C zeigt, aber kaum eine erhebliche Abnahme zwischen a und B erkennen lässt; die Curve fällt dann von C äusserst steil ab nach D und erreicht ihr absolutes Minimum (= Maximum der Lichtstärke) im Grün zwischen D und E, aber näher an D als die von mir bestimmte Absorptionscurve; Andeutungen der Absorptionsbänder II und III treten nicht hervor. Die Curve steigt jetzt rapide bis zwischen E und b, fällt dann wieder ein klein wenig gegen F, steigt nochmals rapide bis hinter F und dann langsamer gegen G und h; das zwischen diesen beiden Linien liegende Maximum ist etwas bedeutender als das zwischen B und C.

Diese Curve stimmt, da sie das Roth zwischen a und B nahezu ebenso stark verdunkelt zeigt als zwischen B und C, viel weniger mit der durch Vergleichung verschiedener Blätterlagen erhaltenen und Seite 399 abgebildeten Curven überein, als die Curve, welche Wolkoff[1]) durch Messung der Lichtstärke des Absorptionsspectrums einer alkoholischen Chlorophylllösung erhielt. Ob übrigens die von Wolkoff beobachteten Lichtstärken wirklich genaue Werthe für Chlorophyll oder mit Chlorophyll gemengtes Chlorophyllan und andere nicht trennbare Farbstoffe liefert, ist darum noch nicht zu entscheiden, weil die Absorption des Flintglases nicht berücksichtigt ist, was wünschenswerth erscheint, da nach Vierordt[2]) durch Flintglas die Strahlen im violetten Ende des Spectrums recht bedeutend absorbirt werden; es ist deshalb nicht undenkbar, dass die von Wolkoff gefundene stärkere Absorption im Violett, gegenüber derjenigen zwischen B und C, wenigstens theilweise mit durch diesen Umstand herbeigeführt wurde.

Ich vermag zunächst noch nicht zu glauben, dass gerade die quantative Curve der Absorption, wie sie das Spectrum der Blätter giebt, besonders geeignet wäre, um mit der Curve der Assimilationsintensität verglichen zu werden, ich denke, dass hierzu die qualitative, aus Vergleich verschieden dicker Schichten nach unmittelbarer Gesichtswahrnehmung gezeichnete Curve ausreicht, ja, dass sie die geeignetere ist. Ich bin der Meinung, dass vor der Hand nichts darauf ankommt, zu wissen, ob die Absorption des Chlorophylls zwischen B und C schwächer oder stärker ist, als diejenige bei G; denn das erstere vorausgesetzt, so giebt sich zwischen dem absoluten Absorptionsmaximum bei G und der Assimilationscurve gewiss keine Beziehung zu erkennen, weil sicher feststeht, dass die Assimilation bei G eine sehr geringe ist.

---

1) Die Lichtabsorption in den Chlorophylllösungen. Heidelberg 1876.

2) Spectralanalyse, S. 113 ff.

Unter der Voraussetzung, dass wir die Gasausscheidung von *Elodea canadensis* als Ausdruck der Assimilations-Intensität ansehen dürfen, liegt, wie ich gezeigt habe[1]), das Maximum der Assimilation zwischen B und C, um von dort gegen die weniger brechbare Spectralhälfte hinabzufallen. Zu unserem Holzschnitt S. 399 ist unter xy die Curve der relativen Assimilations-Intensität eingetragen; als Ordinaten dienten mir die procentischen Assimilationswerthe für die einzelnen Spectralregionen, der Maximalwerth = 100 gesetzt. Diese Curve zeigt deutliche Beziehungen zum Verlauf der Absorptionscurve in der weniger brechbaren Spectralhälfte. Die Assimilationscurve läuft sogar fast vollständig diesem Theile der Absorptionscurve parallel, wenn wir die beiden kleineren Absorptionsmaxima der Bänder II und III nur als accessorische Anhängsel der letzteren Curve gelten lassen. Meine Untersuchungen haben keine Beziehung der Assimilation zu diesen Bändern erkennen lassen, dieselben scheinen demnach für die Zersetzung der Kohlensäure so wenig in Betracht zu kommen, wie die Absorption im Violett. Sieht man daher von diesen beiden unwesentlichen Bändern ab, so erscheint die ganze Absorption in der weniger brechbaren Spectralhälfte als eine mit zunehmender Schichtendicke wachsende Verbreiterung von Band I, das in dünnerer Schicht nur den Raum zwischen B und C einnimmt; diese Auffassung befindet sich auch in vollem Einklange mit den Zahlen Vierordt's.

Wir gelangen nunmehr zu dem folgenden Ergebnisse:

Die Assimilation stellt sich durch den übereinstimmenden Verlauf der Curven dar als eine Function der Absorption in derjenigen Atomgruppe, welche im Chlorophyll wie auch in allen näheren Zersetzungsproducten desselben die Strahlen zwischen B und C lebhaft absorbirt, und im gelösten Zustande Strahlen der gleichen Wellenlänge als Fluorescenzlicht emittirt.

Dieser Zusammenhang kann unmöglich für einen zufälligen erklärt werden; es erscheint mir daher nicht unerspriesslich, den Versuch zu machen, unter Zuhilfenahme der oben ausführlich citirten Sätze aus der theoretischen Optik in den Zusammenhang dieser Erscheinungen tiefer einzudringen; denselben aufzuklären wird einer vielleicht noch fernen Zukunft vorbehalten sein.

Die betreffende Atomgruppe des Chlorophylls, von deren Thätigkeit offenbar die Zersetzung der Kohlensäure abhängt, möge im Folgenden der Kürze halber als Gruppe γ bezeichnet werden. Ihre Atome besitzen die grösste Neigung, mit der Geschwindigkeit von 440 bis 450 Billionen Schwingungen pro Secunde zu oscilliren, d. h. mit den

---

[1]) Vgl. diese Berichte S. XV. Eine eingehende Begründung wird demnächst an anderer Stelle erscheinen.

Schwingungszahlen der rothen Strahlen zwischen B und C[1]); von Strahlen dieser Wellenlänge und Brechbarkeit werden sie daher am leichtesten in Bewegung gesetzt. Weniger leicht schwingen die Atome von γ mit den nächst höheren Schwingungszahlen, wobei dahingestellt bleiben mag, ob die secundären, den Streifen II und III entsprechenden Schwingungsmaxima ebenderselben oder einer anderen Atomgruppe des Chlorophyllmoleküls angehören. Die Fähigkeit, mit noch höheren Geschwindigkeiten zu schwingen, sinkt dann rasch, um mit der Schwingungszahl 540 bereits sehr gering zu werden; ebenso nimmt die Fähigkeit, mit geringerer Geschwindigkeit als 440 zu oscilliren rasch ab, bei 410 ist sie bereits minimal.

Dieses eigenthümliche Schwingungsvermögen der Atome in der Gruppe γ können wir mit Sicherheit aus der Absorption des Lichtes in dieser Gruppe erschliessen; wir können daher auch sagen, die Assimilation ist eine Function des Schwingungsvermögens der Atome in der Atomgruppe γ des Chlorophyllmoleküls.

Wenn aber die Zersetzung der Kohlensäure direct abhängt von der specifischen Bewegungsart einer bestimmten Atomgruppe im Chlorophyllmolekül, so folgt für mich daraus, dass dieser Reductionsprocess durch die chemische Thätigkeit jener Atomgruppe bedingt sein muss.

Die Assimilation stellt sich dadurch als eine directe Function der Molecularstructur des Chlorophylls, beziehungsweise der intramolecularen Bewegung der Atomgruppe γ dar, dass sie nachweislich eine Function ist der Lichtstrahlen von derjenigen Schwingungszahl, welche jene Atomgruppe mehr oder weniger leicht in Bewegung zu setzen vermögen; die Umsetzung der Energie der Wellenbewegung des Lichts in die Energie der Atomschwingungen der Gruppe γ dokumentirt sich für unser Auge durch das Verschwinden, d. h. die Absorption der betreffenden Strahlen. Das Chlorophyll assimilirt die lebendige Kraft des Lichtes, indem es dieselbe umwandelt in Atomschwingungen, von deren Energie die Zerspaltung der Kohlensäure abhängt; die mechanische Arbeit des Reductionsprocesses wird nur mittelbar durch das Licht geleistet.

Man braucht nun keineswegs anzunehmen, dass die pendelartigen Schwingungen der Atome innerhalb der Gruppe γ, welche die Kohlen-

---

1) In dem Holzschnitte S. 399 sind am oberen Rande die Schwingungszahlen eingetragen. — Es ist zu wünschen, dass man in der Pflanzenphysiologie sich über eine conforme Definition und Bezeichnung der Strahlengattungen einige, als deren Function die verschiedenartigsten physiologischen Processe uns erscheinen. Hierfür empfehlen sich am meisten die Schwingungszahlen, weil sie das einzige constante Kriterium der Strahlen sind. Denn die Farbe ist eine rein subjective Empfindung und lässt sich in Zahlen schwer ausdrücken; die Brechbarkeit ist abhängig vom Medium und wechselt mit diesem; die Wellenlänge ändert sich ebenfalls mit dem Medium, sie ist eine andere im Wasser als in der Luft. Nur die Schwingungsdauer ist vollkommen unabhängig von allen äusseren Einflüssen.

säurezersetzung hervorrufen, erst durch das Licht erzeugt werden, im Gegentheil, es ist wahrscheinlicher, dass sie auch im Dunkeln existiren, dass aber ihre Schwingungsamplitude, mithin ihre lebendige Kraft nicht gross genug ist, um die Assimilationsarbeit zu leisten. Die Wirkung des Lichtes besteht in einer Vergrösserung der Amplitude dieser Atomschwingungen, indem eine gewisse Weite derselben Bedingung selbst minimaler Kohlensäurezersetzung ist. Die Ausgiebigkeit des chemischen Processes wächst dann proportional der Steigerung der Lichtintensität bis zu einem Maximalwerthe der Schwingungsamplitude, welcher durch noch stärkere Beleuchtung nicht weiter erhöht werden kann. Dies würde die einfachste und ungezwungenste Erklärung sein für die von mir nachgewiesene eigenthümliche Abhängigkeit der Sauerstoffausscheidung von der Concentration des Lichtes[1]).

Durch die hier entwickelte Vorstellung wird der Frage nicht präjudicirt, ob die chemische Wirkung der Gruppe γ im Assimilationsprocess eine unmittelbare ist oder nicht[2]); es ist dies aber eine Frage, die wir bei einer theoretischen Untersuchung um so weniger ausser Acht lassen dürfen, als wir durch die Untersuchungen von Becquerel[3]) mit einer höchst interessanten mittelbaren Wirkung des Chlorophylls bekannt gemacht worden sind. Bekanntlich wird Chlorsilber für sich allein nur durch die sogenannten photographischen Strahlen des Sonnenlichts zersetzt, weil es nur Strahlen dieser hohen Schwingungszahlen genügend absorbirt. Als nun Becquerel Chlorsilber mit Chlorophyll gemischt auf einem Schirm dem Sonnenspectrum aussetzte, zeigte sich eine Metallabscheidung auch an den Stellen des Spectrums, welche den Absorptionsbändern des Chlorophylls entsprechen. Das Absorptionsvermögen des Chlorophylls hatte also das mangelhafte Absorptionsvermögen des Silbersalzes ergänzt und Strahlen der weniger brechbaren Spectralhälfte für den Zersetzungsprocess nutzbar gemacht. Wir können uns den Vorgang so vorstellen, dass die Chlorophyllmoleküle unter dem Einfluss der von ihnen absorbirten Lichtstrahlen zu erzittern begannen und ihre Vibrationen auf die Moleküle des Chlorsilbers übertrugen, wie eine angeschlagene Saite ihre Schwingungen an den Resonanzboden abzugeben vermag.

Die Berührung dieser Frage veranlasst mich auch der einzigen erheblichen Differenz zu gedenken, welche sich zwischen den Ergebnissen meiner Untersuchungen und derjenigen Engelmann's über den Verlauf der Assimilationscurve im Spectrum findet. Der Letztere hat

---

1) Vgl. diese Berichte S. XV und Bot. Zeit. 1883, Nr. 42 bis 44.

2) Als unmittelbare chemische Wirkungen würden Affinitäts- und katalytische Wirkungen zusammenzufassen sein; als mittelbar wäre sensibilatorische Erregung zu bezeichnen.

3) Comptes rendus. 79. S. 185.

nämlich ein zweites Maximum der Curve bei F angegeben[1]), von dem ich nichts wahrgenommen habe.

Es ist wahrscheinlich, dass nur einer von uns, Engelmann oder ich, Recht hat. Nehmen wir zuerst an, die von mir gewonnene Curve sei die richtige, so würde ich mir danach vorstellen, die Absorption der Gruppe γ des Chlorophyllmoleküls sinke von dem bei der Wellenlänge 550 auftretenden Minimum im Blattspectrum langsam bis zur Linie H, wo sie ungefähr den Nullpunkt erreicht; die starke Absorption im Blau und Violett gehöre dagegen einer anderen Atomgruppe an, die mit der Wirkung von γ direct nichts zu thun habe. Dass sie nicht sensibilatorisch wirkt, wie Chlorophyll auf Chlorsilber, folgt aus meiner Beobachtung; sie könnte aber auch die assimilirende Wirkung des Lichtes schwächen, indem sie Strahlen absorbirt, die, wenn auch in geringerem Grade, immerhin noch zur Erregung der Gruppe γ zu dienen vermöchten.

Hat dagegen Engelmann Recht, so könnte entweder die Absorption bei F noch eine Eigenschaft von γ sein, oder sie ist Eigenschaft einer anderen Gruppe, die sensibilatorisch auf γ wirkt, oder, falls die Wirkung von γ ebenfalls nur eine sensibilatorische ist, die Wirkung von γ verstärkt. Dann bleibt jedoch immer noch die Absorption im Violett, welche keinenfalls sensibilatorische Effecte hervorzubringen scheint.

Uebrigens lässt sich gegen die von Engelmann aus seinen Beobachtungen gezogenen Schlüsse noch der Einwand erheben, dass Engelmann es unterlassen hat, festzustellen, ob und wieweit gewisse Strahlen an sich bewegungserregend auf Bacterien wirken, analog ihrer Wirkung auf Schwärmsporen.

Dass sensibilatorische Wirkungen der Pflanzenpigmente vorkommen, dürfte nach den Beobachtungen Engelmann's über die Variationen der Assimilationscurve bei blaugrünen, braunen und rothen Algen wohl ziemlich zweifellos sein.

Wir haben in dem bisherigen Gange unserer theoretischen Untersuchung ausschliesslich die eine Seite der optischen Eigenschaften des Chlorophylls berücksichtigt, nämlich seine Absorption; es erübrigt daher noch die Frage zu erörtern, ob auch Beziehungen existiren zwischen der Funktion, d. h. der Assimilation, und der anderen optischen Haupteigenschaft des Chlorophylls, seiner Fluorescenz.

Man könnte versucht sein, diese Frage durch den Nachweis für erledigt zu halten, dass das Chlorophyll in dem Zustande, in welchem es in den Blättern enthalten ist, überhaupt nicht fluorescirt; allein eine genauere Ueberlegung zeigt, dass darum doch nicht jede Beziehung zwischen Assimilation und Fluorescenz zu fehlen braucht.

---

[1]) Ueber Sauerstoffausscheidung von Pflanzenzellen im Mikrospectrum. Botan. Zeit. 1882. S. 426.

Die Fluorescenz ist ein Vorgang des Selbstleuchtens; wie ein Stück Eisen durch Zufuhr von Wärme veranlasst werden kann, rothes Licht auszusenden, indem seine Theilchen durch ihre gesteigerten Vibrationen Aetherwellen von immer zunehmender Schwingungszahl erregen, so wird eine Chlorophylllösung durch Lichtstrahlen, welche sie absorbirt, veranlasst, eigenes rothes Licht zu emittiren, welches im Wesentlichen nur Strahlen von der Schwingungsdauer des Roth zwischen B und C enthält. Dabei wirken alle sichtbaren Strahlen als Erreger dieses Fluorescenzlichtes; allein das Maximum der Wirkung kommt demjenigen Spectralbezirke des einfallenden Lichtes zu, dessen Strahlen die gleichen Schwingungszahlen besitzen, wie das emittirte Licht.

Da die Atomgruppe γ nach unserer Vorstellung auch noch im Chlorophyllan und anderen Zersetzungsproducten des Chlorophylls enthalten ist, so liefert auch die Fluorescenz den Beweis, dass die Atome von γ vermöge ihrer eigenthümlichen Verkettung am leichtesten mit den Schwingungszahlen der Wellenlängen zwischen B und C vibriren; sie erregen sogar ausschliesslich Lichtwellen von dieser Schwingungsdauer.

Dass eine solche merkwürdige Eigenschaft der Gruppe γ ohne Beziehung zu der nicht minder merkwürdigen Function derselben sein sollte, erscheint wenig wahrscheinlich; ich glaube auch, dass sich der Versuch wagen lässt, eine solche Beziehung aufzudecken, wie dies bereits andeutungsweise in der oben citirten Aeusserung Hoppe-Seylers geschehen ist.

Indem das Chlorophyllmolekül Lichtstrahlen verschluckt, wird ein grosser Theil der absorbirten Energie unzweifelhaft in Wärme verwandelt; allein dem Chlorophyll eignet die bemerkenswerthe Fähigkeit, nicht unter allen Umständen alle zugestrahlte Energie in Wärme zu verwandeln sondern einen Theil derselben schon bei niedriger Temperatur in eine andere Energieform umsetzen zu können; so erzeugt im gelösten Chlorophyll der nicht in Wärme verwandelte Theil der zugestrahlten Energie das rothe Fluorescenzlicht, welches doch auch nur eine besondere Energieform darstellt, in welche die Energieform des zugestrahlten Lichtes umgesetzt worden ist. Die Fluorescenz kommt aber nur zu Stande bei einem besonders beweglichen Zustande der Chlorophyllmoleküle, wie er in einer Lösung gegeben ist. Hört diese Beweglichkeit auf, wie in dem durch Verdampfen einer Chlorophylllösung gewonnenen festen Rückstande, oder im Chlorophyll der Pflanzenzelle, so kann das Molekül den Energierest, mit dessen Hülfe es gelöst fluorescirte, jetzt zur Leistung von Arbeit verwerthen, und diese Arbeit besteht in den lebenden Zellen in der Reduction von Kohlensäure. Steht der Zelle keine reducirbare Kohlensäure zur Verfügung oder ist sie abgestorben, so wird natürlich der sonst für die gedachte Arbeitsleistung verwendbare, aus dem zugestrahlten Licht stammende Energierest sich ebenfalls in Wärmeschwingungen verwandeln.

Somit sind Assimilation und Fluorescenz reciproke, oder, wenn man will, vicarirende Phänomene; es ist leicht möglich, dass beide einander ausschliessen, dass die grüne Zelle nicht assimiliren würde, wenn ihr Chlorophyll fluorescirte. Es kommt darauf an, in welcher Richtung die zugestrahlte Energie sich mit grösserer Leichtigkeit umsetzt.

Der Umstand, dass das Fluorescenzlicht ausschliesslich aus Roth der Spectralregion *B* bis *C* besteht, ist vielleicht auch ein Fingerzeig dafür, dass den mit der Geschwindigkeit von 440 bis 450 Billionen pro Secunde stattfindenden Vibrationen der Atomgruppe γ eine ganz specielle Bedeutung für die Zersetzung der Kohlensäure zukommt; denn es ist leicht vorstellbar, dass, wie im gelösten Chlorophyll alles Licht diese Schwingungen hervorruft, im festen Chlorophyll das Gleiche geschieht, dass hier nur ein Hinderniss besteht, um diese Atomschwingungen in der Weise auf den Aether zu übertragen, dass sie durch denselben als Fluorescenzlicht fortgeleitet werden.

Beziehungen der Assimilationscurve zur Vertheilung der Wärmewirkung und Helligkeitserregung im Sonnenspectrum existiren nicht; auf das einwirkende Licht bezogen, ist die Assimilation, wenn wir gleiche Dichtigkeit der Bestrahlung voraussetzen, ausschliesslich eine Function der Amplitude und gewisser Schwingungszahlen der Lichtwellen. Die lebendige Kraft dieser Lichtwellen überträgt sich durch Absorption auf die Atomschwingungen der Gruppe γ und durch diese weiter auf die zu zerlegende Kohlensäure. Es kommt dabei nicht auf die Vertheilung der lebendigen Kraft im Sonnenspectrum an, sondern auf die lebendige Kraft derjenigen Strahlen, die durch die wirksame Atomgruppe absorbirt werden.

Auf einen Umstand muss ich zum Schlusse noch hinweisen, der mir beachtenswerth und bisher nicht genügend berücksichtigt zu sein scheint: es ist das die fast genaue Coincidenz derjenigen Strahlen, welche unsere Gesichtsempfindung erregen und welche in der Pflanze die Kohlensäure zersetzen. Um dieses merkwürdige Verhältniss richtig zu würdigen, sei es mir gestattet, ein bereits oben herangezogenes Beispiel noch etwas weiter auszuführen.

Wenn ich ein Stück Metall erwärme, so gerathen seine Atome in Schwingungen, die sich den umgebenden Aethertheilchen mittheilen. Diese Schwingungen erfolgen anfänglich mit einer wenn auch steigenden, doch immer noch relativ langsamen Geschwindigkeit, so dass wir ihre Fortpflanzung auf den Aether wohl thermometrisch erkennen, nicht aber durch die percipirenden Elemente unserer Netzhaut wahrnehmen können; ebensowenig wirken diese ultrarothen Strahlen auf die assimilirende Thätigkeit der Pflanzenzelle. Bei weiterer Zufuhr von Wärme wächst die Geschwindigkeit der Vibrationen, bis sie, nach Erreichung einer gewissen Schwingungszahl pro Secunde gleichzeitig in unserem Auge die Empfindung des dunklen Roth zwischen den Fraunhofer'schen Linien

A und *a* hervorrufen und Kohlensäure in der Pflanze zerlegen. Mit weiterer Zunahme der Schwingungszahl steigern sich beide Wirkungen; die Wirkung auf das Auge nimmt zu mit Entstehung des Roth zwischen *B* und *C*, die Wirkung auf die Pflanze erreicht hier sogar ihr Maximum. Erwärme ich noch mehr, so gesellen sich dem Roth die Lichttöne des Orange, Gelb und Grün[1]), die in immer steigender Helligkeit das Auge afficiren, während die Wirkung dieser rascheren Schwingungen des Aethers auf die Pflanze wieder eine geringere wird; mit dem Auftreten der dunkleres Grün erregenden Vibrationen hat die Wirkung auf das Auge aber auch ihr Maximum überschritten nnd beide Wirkungen nehmen ab gegenüber den durch gesteigerte Erwärmung des Metalls immer rascher werdenden Schwingungen, deren Eindruck unser Auge als Blau und Violett definirt. Jetzt wächst die Vibrationsgeschwindigkeit der Metallatome noch weiter, aber sie vermag weder in unserem Auge deutliche Helligkeitsempfindung wach zu rufen, noch Kohlensäure zu zersetzen, beide Wirkungen erlöschen zugleich bei einer Tonhöhe der Strahlung, die ein gewisses Maximum überschreitet; und doch macht das Ultraviolett einen grossen Theil[2]) im Spectrum des weissglühenden Metallstückes aus und äussert verschiedene mechanische Wirkungen, es erregt Fluorescenz, es zersetzt Chlorsilber u. s. w.

Diese Coincidenz in der Wirkung gewisser Schwingungstöne der Aetherstrahlung auf unser Auge und auf die Pflanze kann doch gewiss keine bloss zufällige sein, dafür geht die Uebereinstimmung zu weit, wobei der Umstand wenig in Betracht kommt, dass das Maximum der Assimilationswirkung im Roth, das Maximum der Helligkeitserregung im Gelbgrün liegt; denn die Lage dieser Maxima ist offenbar abhängig von den specifischen Eigenschaften des absorbirenden Pigmentes.

Und doch scheinen die beiden soeben verglichenen Lichtwirkungen so heterogen, so unvergleichbar wie möglich! Dort fungiren als percipirendes Organ die Chlorophyllkörner, hier gewisse Elemente der Netzhaut, und Beziehungen zwischen den Endwirkungen des Processes existiren gewiss nicht.

Trotz alledem müssen wir uns daran erinnern, dass die durch das Chlorophyll vermittelte Kohlenstoffassimilation geknüpft ist an die protoplasmatische Grundlage der Chlorophyllkörner und dass die lichtempfindlichen Elemente der Retina ebenfalls aus Protoplasma gebildet worden sind. Wenn überhaupt dieser übereinstimmenden Function des Lichtes eine physiologische Analogie entspricht, so kann dieselbe nur in dem Umstande gesucht werden, dass in beiden Fällen das Licht auf Protoplasma einwirkt.

---

[1]) Im Normalspectrum dürfte wohl das Maximum der Helligkeit im Gelbgrün gelegen sein.

[2]) Die leuchtenden bilden kaum den vierten Theil der Strahlen, welche die Sonne aussendet.

Wir gehen wohl nicht zu weit, wenn wir generalisirend den Satz formuliren: Lebendige Materie (Protoplasma) ist unter gewissen Umständen befähigt, auf Aetherwellen von der Schwingungsdauer 400 bis zur Schwingungsdauer 800 in besonderer Weise zu reagiren und dieselben in specifische Energieformen umzusetzen[1]).

Ich bin weit entfernt, in der durch diesen Satz ausgedrückten Beziehung eine Art von Naturgesetz erblicken zu wollen — derselbe ist nichts weiter als der Ausdruck eines Räthsels, auf welches unsere Betrachtung uns geführt hat. Auch soll dieser Satz keineswegs behaupten, dass Strahlen geringerer oder höherer Schwingungsdauer das Protoplasma überhaupt nicht zu afficiren vermögen; dass dies in verschiedener Weise geschieht, ist ja bekannt genug!

55. T. F. Hanausek: Ueber Blüthendurchwachsungen an Picris hieracioides L.

Eingegangen am 25. October 1883.

Im Vorjahre[2]) beschrieb ich eine proliferirende Inflorescenz eines Exemplares von *Crepis virens* L., ohne weitere Bemerkungen daran zu knüpfen. Heuer ist es mir gelungen eine Blüthendurchwachsung an *Picris hieracioides* aufzufinden, deren Ausbildung schon insofern Interesse erregen dürfte, als sich an derselben einige entwicklungsgeschicht-Fragen erörtern lassen — Beide Durchwachsungsfälle zeigen viel Aehnlichkeit miteinander, wie das ja begreiflich erscheinen muss, wenn es sich um so nahe verwandte Pflanzen handelt. Doch ist die Durchwachsung an dem *Picris*-Individuum viel energischer, durchgreifender, ich möchte sagen methodischer vor sich gegangen, während die teratologischen Veränderungen an dem *Crepis*-Individuum mehr den Charakter einer Missbildung als den der Antholysis zeigten. An der genannten *Crepis* war jede einzelne Blüthe so sehr verlängert, dass sie wie auf einem langen Stiele zu sitzen schien. Thatsächlich ist die Kronröhre bis zu der Stelle, wo die verkümmerte, unscheinbare und nur schwach gelbliche Zunge beginnt, oft bis 3 *cm* lang, einzelne

---

[1]) Eine genaue Bestimmung der Grenzen für die Assimilation existirt noch nicht und habe ich mir die Ermittelung derselben vorbehalten.

[2]) Oesterr. bot. Zeitschr. 1883, p. 283—284.

Blüthen ragen über das Köpfchen heraus und erinnern, wenn ein solcher Vergleich erlaubt ist, an die verschieden lang gestielten Blüthen gewisser *Allium*-Arten. Statt des Pappus sind einige wenige, grünliche, mässig feine, geschlitzte, faserartige Gebilde vorhanden, die fast dieselbe Länge, wie die Zunge besitzen. Die Kronröhre ist fadenartig dünn und stark behaart. Die Griffelschenkel messen 5 — 7 *mm*, der Fruchtknoten ist ganz verkümmert, daher eine Fruchtbildung an den verblühten Köpfchen nicht wahrzunehmen[1]). — Auch an der monströsen *Picris* waren die meisten Blüthenstände keine einfachen Köpfchen, sondern zu wahren Dolden (Fig. 1) umgewandelt und zeigten sonach dieselbe Ausbildung, wie sie schon an *Cichorium Intybus*[2]), an *Bellis perennis*[3]), an *Pericallis cruenta*[4]) und an *Crepis* beobachtet worden ist. Zugleich sei bemerkt, dass das *Picris*-Exemplar eine ausserordentlich kräftige, reichästige und normal behaarte Pflenze ist.

Was nun die Details dieser Doldenköpfchen von *Picris* betrifft, so ergiebt die Beobachtung Folgendes: Die Schuppen des Involucrums sind wohl dachig angeordnet, aber ihre Insertionstellen ziemlich weit von einander entfernt und viele Schuppen sind zurückgekrümmt; der im Längsschnitte dreieckige Blüthenboden trägt zahlreiche 2—3 *cm* und darüber lange Axen. Diese besitzen im ersten (untersten) Drittel entweder einen deutlich entwickelten Blattkreis, der wohl als ein fünftheiliger Kelch (Fig. 2, *k*) aufzufassen ist, oder einen ziemlich normal ausgebideten Pappus (Fig. 3, *p*) — oder endlich Phyllom- und Trichom-Gebilde, die alle Uebergänge von reinem Kelch zum Pappus darzustellen scheinen. Innerhalb dieses Sepalenkreises resp. Haarkranzes entspringt eine kurze gelbliche Kronröhre mit kleiner, wenig deutlicher Zunge (Fig. 2, 3, *z*), aus der fünf freie, fädige, verkümmerte (d. h. keine deutlichen Antheren zeigende) Staubgefässe (Fig. 2, 3, *a*) hervorragen. Freie Compositen-Antheren sind bekanntlich schon ziemlich häufig beobachtet worden, z. B. an *Bellis silvestris*[5]), an *Hieracium brachiatum*[6]) u. a. — Statt des Gynaeceums findet sich nun eine Fortsetzung der Axe, ein Axenstück von gleicher Stärke, wie sie der untere Axentheil besitzt. Dieselbe trägt nun meistens ein Paar gegenüberstehender ziemlich starker Schuppen — nur sehr selten ist noch ein zweites höher stehendes Paar[7]) vorhanden — und endet in ein pfeffer- bis erbsengrosses Köpfchen, welches aus ganz verkümmerten. grösstentheils verblatteten, von einer Schuppenreihe bedeckten Blüthchen zusammengesetzt ist. Die umstehenden Skizzen erläutern wohl zur Genüge die Beschreibung; nur mögen die unter der ersten Blüthe befindlichen Axenstücke länger angenommen werden, als die Zeichnung sie darstellt.

---

[1]) l. c. p. 284.

[2]) **Beketoff**, Sur quelques monstrouosités de la Chicoreé. Bull. Soc. Botan. Franc. 1877. p. 142.

[3]) **Banning**, Verh. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinlande u. Westf. 1877. Corr.-Bl. p. 64.

[4]) **Magnus**, Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenb. 1878, p. 60.

[5]) **Savi**, nach **Just**, bot. Jahresber. 1874, p. 568.

[6]) **Buchenau**, nach **Just**, bot. Jahresber. 1874, p. 568.

[7]) Dessen Schuppen aber nicht gegenständig sind, sondern neben- oder übernander stehen.

An der beschriebenen Blüthen-Anomalie ist wohl die Entwicklung des Sepalen- und Trichomkreises am auffälligsten. Der Uebergang von schmalen echten Blättchen bis zu trichomatischen Schuppen lässt, wie schon Beketoff[1]) nach ähnlichen Missbildungen an *Cichorium* angenommen, die Deutung zu, dass der Pappus der Compositen gewissermassen der Rest, oder das Rudiment eines Kelches ist, der selbst, als für die Blüthe von keinem oder nur geringem Werthe, nnterdrückt worden ist, während seine ersten Anlagen, die haartragenden Schüppchen, und die für die Verbreitung der Frucht und mithin für die Selbstaussäung der Pflanze höchst wichtigen Haare immer stärker sich entwickelten, bis ein dichter Haarkranz — der Pappus — daraus entstanden. Beketoff hat die Pappusformen der Compositen folgender Weise gedeutet:

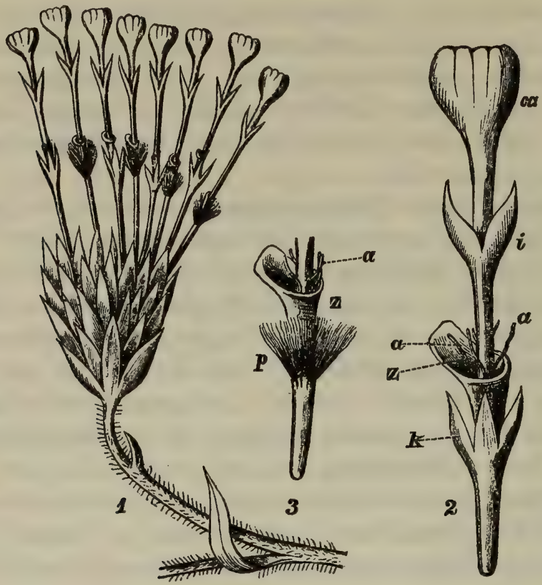
1. Bei der Ausbildung des Kelches der Compositen verbleiben die Theile desselben im ersten Stadium ihrer Anlage als Warzen oder Höckerchen, mit welchen die Ausbildung vieler Blätter beginnt; Beispiel: *Lampsana.*
2. oder diese Höckerchen entwickeln sich weiter in der Weise, dass
   a) die Zellen des Dermatogens sich in Haare verlängern;
   b) oder die Zellen die Formen von Schüppchen annehmen;
   c) oder endlich, dass sowohl die Zellen des Dermatogens als auch das subepidermale Gewebe ihre normale Ausbildung erlangen und ein wirklicher Kelch, aus Blättchen mit Nerven bestehend, auftritt.

Lässt man diesen letzten Fall als den ursprünglichen normalen Typus gelten, so mussten Uebergänge von den übrigen Fällen zu diesem Normaltypus gefunden werden, um dessen Giltigkeit zu erweisen; solche Uebergänge, resp. Rückschläge sind von Beketoff und anderen von dem Falle 1 und 2, *b*) aufgefunden worden. Für den Fall *a*) ist nun die *Picris*-Anomalie als ein ausgezeichnetes Beispiel anzuführen. Wie diese Beobachtungen und Annahmen mit den Folgerungen in Uebereinstimmung zu bringen sind, die sich aus den gründlichen Untersuchungen von Eugen Warming über „die Blüthen der Compositen[2]) ergeben haben, muss ich berufeneren Kräften überlassen.

---

1) Nach Just, bot. Jahresb. 1878, p. 135.

2) Bot. Abhandl. herausgegeb. v. Hanstein, III. Bd., H. 2, p. 130—140.



Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Monströse Dolde von *Picris hieracioides*; es sind nur einige wenige Köpfchen gezeichnet.

Fig. 2. Axenköpfchen mit deutlichem Kelche; k Kelch, z Kronröhre mit Zunge, a freie Antheren, i Schuppenpaar, ca secundäres Köpfchen.

Fig. 3. Axenköpfchen mit Pappus.

56. M. Fünfstück: Zur Frage nach der aktiven Krümmung der Knospenstiele der Papaveraceen.

Eingegangen am 25. October 1883.

Bekanntlich krümmen sich die Knospenstiele der Papaveraceen (soweit mir bekannt mit alleiniger Ausnahme von *Papaver bracteatum*) in einem bestimmten Stadium der Entwickelung nach abwärts, eine Erscheinung, die in neuester Zeit wieder Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen ist, ohne dass über die Natur dieser Abwärtskrümmung einwandsfreie Resultate zu Tage gefördert werden konnten. Auf Grund seiner Untersuchungen spricht zum ersten Male Frank[1]) die Ansicht aus, dass jene temporäre Abwärtskrümmung auf positivem Geotropismus beruhe, also activer Art sei. Den Anschauungen Frank's tritt H. de Vries[2]) entgegen, wobei er sich hauptsächlich auf zwei Versuche stützt, mit denen er den positiven Geotropismus beseitigt zu haben glaubt. Das eine Mal schnitt er von bereits gekrümmten Stielen an Versuchsobjecten in normaler Lage die Knospen ab, worauf sich die so entlasteten Knospenstiele bereits in wenigen Stunden aufrichteten. Das andere Mal brachte er ebenfalls bereits gekrümmte, decapitirte Blüthenstiele in senkrecht abwärts gerichtete Lage, in welcher Lage sich die Krümmungen an den biegsamen Stellen nicht ausglichen, sondern eher noch schärfer wurden. Aus diesen beiden Versuchen schloss H. de Vries, dass die fragliche Krümmung lediglich eine passive Wachsthumserscheinung sei, veranlasst durch das Eigengewicht der Knospe. Auch Sachs[3]) ist der Ansicht, dass jene Krümmung nur deshalb zu Stande komme, weil die vorhandene Gewebespannung in dem weichen Stiele gegenüber der Belastung durch die Knospe zu gering sei, um eine Abwärtskrümmung verhindern zu können.

Es ist ohne Weiteres einleuchtend, dass die Folgerungen, die H. de Vries aus den angeführten Versuchen zieht, keine Berechtigung haben, denn wenn sich auch der Stiel nach der Entfernung der Knospe aufrichtet, so ist damit noch nicht bewiesen, dass es das Gewicht der Knospe allein war, das die Krümmung zu Stande brachte, sondern es können auch durch die Trennung der Knospe vom Stiel Kräfte, die an

---

1) A. B. Frank, Beiträge zur Pflanzenphysiologie. Leipzig 1868, p. 49 ff.

2) H. de Vries, Ueber einige Ursachen bilateral-symetrischer Pflanzentheile. Arbeiten des botan. Instituts in Würzburg. I. p. 229.

3) J. Sachs, Lehrb. der Botanik. 4. Aufl., Leipzig 1874, p. 815 u. 816.

der fraglichen Krümmung betheiligt sind, ausser Wirkung gesetzt worden sein.

Die Schlussfolgerungen von H. de Vries waren es hauptsächlich, die Vöchting[1]) Veranlassung gaben, vorliegendem Gegenstande neuerdings sorgfältige und umfangreiche Untersuchungen zu widmen. Um zu zeigen, dass die fragliche Krümmung des Stieles nicht lediglich durch das Eigengewicht der Knospe herbeigeführt werde, schnitt Vöchting[2]) die Knospe am bereits abwärts gekrümmten Stiel zwar auch ab, aber befestigte sie wieder mit einem feinen Coconfaden an dem decapitirten Stiel, worauf sich der Stiel ebenfalls trotz dieser Belastung gerade streckte, sich also genau so verhielt, als wenn die Knospe überhaupt entfernt worden wäre. Der Versuch ergab sogar noch dasselbe Resultat, wenn gleichzeitig drei Knospen in derselben Weise an einem gekrümmten Stiel befestigt waren. Durch diesen Versuch meint Vöchting H. de Vries hinlänglich widerlegt und die active Natur der Krümmung dargethan zu haben, was aber keineswegs der Fall ist, denn gegen seinen Versuch gelten dieselben Einwände, die gegen die früheren Versuche von H. de Vries erhoben werden können.

So lange wir nicht tiefer in die Mechanik des Wachsthums eingedrungen sind, liefern Versuche, wie die vorstehenden unzuverlässige Resultate, jedenfalls dürfen die letzteren nicht als endgiltige Beweise betrachtet werden. Vöchting selbst sagt darüber wörtlich[3]): „durch die Amputation des Fruchtknotens wird im Wachsthum des Stiels eine Störung verursacht, die, wie es scheint, um so bedeutender ist, in je früherem Alter die Operation vollzogen wird u. s. w." und an einer anderen Stelle[4]): „Im isolirten Zustande besitzt der letztere (Stiel) andere Eigenschaften als im System. Es erscheint daher durchaus unstatthaft, von dem Verhalten eines Organs im isolirten Zustande Schlüsse auf seine Rolle im System zu ziehen, sobald es sich um Wachsthumserscheinungen handelt." Vöchting verfällt demnach bei seinem Versuche in denselben Fehler, den er H. de Vries zur Last legt.

Um einen weiteren Beweis für die active Natur jener Krümmung beizubringen führt aber Vöchting noch ein anderes, ungleich wichtigeres Experiment aus[5]), das allein schon genügt hätte, die schwebende Frage zu entscheiden, wenn nicht aus rein zufälligen Gründen dem Versuche seine schwerwiegende Bedeutung genommen worden wäre; zudem ist dieser wichtige Versuch, durch Contrebalancirung des Gewichts der Knospe über die Art der Stielkrümmung, ob activ oder passiv, in's

---

[1]) H. Vöchting, Die Bewegungen der Blüthen u. Früchte. Bonn 1882.

[2]) l. c. p. 103.

[3]) l. c. p. 112.

[4]) l. c. p. 195.

[5]) l. c. p. 100 u. 101.

Klare zu kommen, nur ein einziges Mal angestellt worden. Auf Anregung des Herrn Prof. Dr. Schwendener beschloss ich deshalb, zur Lösung der Frage diesen, von Vöchting zuletzt eingeschlagenen Weg zu betreten und theile im Folgenden die Resultate meiner Versuche mit.

Rollen, wie sie Schwendener[1]) bei seinen Versuchen „über das Winden der Pflanzen“ anwendete, wurden an einem dünnen Faden senkrecht über den Versuchsobjecten in angemessener Höhe befestigt. Als Versuchsobjecte wurden Knospen ausgewählt, deren Stiele sich eben zu krümmen begannen. Der Reibungswiderstand der Rollen betrug bei den ausgeführten Versuchen ca. 0,005 *g*, eine Grösse, die ohne Bedenken vernachlässigt werden konnte. Um die Knospe wurde ein Coconfaden geschlungen, der letztere über die Rolle geführt und an seinem freien Ende durch angehängte Gewichte so beschwert, dass die Belastung anfangs ungefähr dem 3—4 fachen, approximativ bestimmten Gewichte der Knospe gleichkam. Eine verhältnissmässig so hohe Belastung musste deshalb gewählt werden, weil das Gewicht der Knospe sich sehr rasch vergrössert und weil selbstverständlich das angehängte Gewicht bei Beendigung des Versuches unter allen Umständen grösser sein muss, als dasjenige der Knospe, wenn das Experiment ein brauchbares Resultat ergeben soll. Dass das angewendete Uebergewicht auf den Vorgang der Stielkrümmung keinen, oder doch nur sehr geringen Einfluss hat, weist Vöchting experimentell nach[2]). Nachdem der Stiel die Krümmung ausgeführt hatte, wurde er an der Krümmungsstelle abgeschnitten und gewogen, die später angegebenen Gewichte beziehen sich also auf die Knospe mit gekrümmtem Stiel. Sämmtliche Versuche wurden unter grossen Glasglocken im Freien ausgeführt, als Material zu denselben stand mir *Papaver somniferum* und *P. Rhoeas* zur Verfügung. Die Ergebnisse waren folgende:

I. Versuche mit Papaver somniferum.

1. Angehängtes Gewicht = 0,44 *g*
Gewicht der Knospe = 0,23 „; das von der Knospe bei der Krümmung überwundene Uebergewicht demnach = 0,21 *g*

2. Angehängtes Gewicht = 0,33 *g*
Gewicht der Knospe = 0,23 „
Ueberw. Uebergewicht = 0,10 *g*

3. Angehängtes Gewicht = 0,53 *g*
Gewicht der Knospe = 0,24 „
Ueberw. Uebergewicht = 0,29 *g*

4. Angehängtes Gewicht = 0,69 *g*
Gewicht der Knospe = 0,32 „
Ueberw. Uebergewicht = 0,37 *g*

---

1) S. Schwendener, Ueber das Winden der Pflanzen. Monatsber. d. königl. Acad. d. Wiss. zu Berlin. December 1881, p. 1093.

2) H. Vöchting, Die Bewegungen der Blüthen u. Früchte. Bonn 1882, p. 79.

II. Versuche mit Papaver Rhoeas.

1. Angehängtes Gewicht = 0,45 g
Gewicht der Knospe = 0,18 „
Ueberw. Uebergewicht = 0,27 g

2. Angehängtes Gewicht = 0,44 g
Gewicht der Knospe = 0,32 „
Ueberw. Uebergewicht = 0,12 g

3. Angehängtes Gewicht = 0,78 g
Gewicht der Knospe = 0,21 „
Ueberw. Uebergewicht = 0,57 g

4. Angehängtes Gewicht = 0,62 g
Gewicht der Knospe = 0,46 „
Ueberw. Uebergewicht = 0,16 g

Die Werthe für das überwundene Uebergewicht schwanken also in vorstehenden Versuchen annähernd zwischen $\frac{1}{3}$ und $2\frac{1}{2}$ des Gewichts der Knospe + gekrümmten Stiel, im Mittel betragen sie ca. 1, d. h. bei der Abwärtskrümmung des Stieles war eine Kraft thätig, die durchschnittlich das doppelte Gewicht der Knospe fortzuwegen im Stande war. Bedenkt man noch, dass die erhaltenen Werthe sich aller Wahrscheinlichkeit nach noch erhöht hätten, wenn die angehängten Gewichte noch grösser gewählt worden wären, und dass die Spannung im Stiele der Abwärtskrümmung einen, wenn auch vielleicht geringen Widerstand entgegensetzt, so beweisen die mitgetheilten Versuche zur Evidenz, dass die temporäre Abwärtskrümmung der Knospenstiele bei den Papaveraceen keine passive Wachsthumserscheinung ist, hervorgerufen durch das Eigengewicht der Knospe, das der weiche Stiel nicht zu tragen vermag, sondern dass sie zweifellos eine Erscheinung activer Natur ist, der innere Ursachen zu Grunde liegen.

Klarzulegen, welcher Art diese inneren Ursachen sind, ob der Fruchtknoten dabei eine wesentliche Rolle spielt, wie Vöchting nachzuweisen sucht1), ob dieser räthselhafte Zusammenhang zwischen Knospe und Stiel ähnlich oder gar identisch ist mit den Reizerscheinungen, wie sie neuerdings Krabbe2) an der Wurzelspitze beobachtet hat, liegt nicht innerhalb der Grenzen vorstehender Untersuchung.

Berlin, Botanisches Institut.

---

1) l. c. p. 108 ff.

2) G. Krabbe: Zur Frage nach der Function der Wurzelspitze. Ber. d. deutschen botan. Gesellsch. Bd. I, Heft 5.

57. E. Heinricher: Zur Kenntniss der Algengattung Sphaeroplea.

Eingegangen am 25. October 1883.

(Mit Tafel XII.)

Cohn hat uns schon 1855 in seiner Abhandlung „Ueber die Entwicklung und Fortpflanzung der *Sphaeroplea annulina*“[1]) ein detaillirtes Bild dieser interessanten Algengattung geschaffen, und damit alle Mittheilungen seiner Vorgänger[2]) belanglos gemacht. Ihren besonderen Werth erhielt die **Cohn**'sche Abhandlung dadurch, dass mit ihr die wenigen bekannten Fälle über die Geschlechtlichkeit der Algen (*Chara*, *Fucaceen*, *Vaucheria*) vermehrt erschienen und überhaupt der ganze Zeugungskreislauf der *Sphaeroplea* klar gelegt war.

Seit **Cohn**'s Mittheilung wird nun bald das dritte Decennium verstrichen sein, und da sich die wissenschaftliche Fragestellung in einem solchen Zeitraume bedeutend ändert, ergeben sich heute noch eine Menge neuer Fragen über Bau- und Vegetationsverhältnisse der *Sphaeroplea* und früher gestellte werden von anderem Standpunkte aus betrachtet. Die lange Pause in der *Sphaeroplea*-Literatur dürfte aber darin ihren Grund haben, dass die Alge, nach allen Berichten, so sporadisch und wechselnd auftritt.

Im vorjährigen Sommer hatten wir Grazer Botaniker das Vergnügen, sie im Bassin des Auerspergs-Brunnens (von der Stadtgemeinde Graz dem Andenken **Anastasius Grün**'s gewidmet) in üppiger und augenscheinlich wohler Vegetation zu treffen. Das Interesse, das die Pflanze an sich fordert, gab Veranlassung zu einigen Beobachtungen, die zum Theil Neues, zum Theil eine Erweiterung oder Modification des früher Bekannten enthalten und die deshalb hier mitgetheilt seien. Dazu gesellen sich Beobachtungen, die an aus vorjährigen Dauersporen, heuer gezogenen Culturen gemacht worden sind. Wenn sich trotzdem noch manche Lücke in dem Mitgetheilten findet, möge dies durch meine vielfache Beschäftigung mit anderen Untersuchungen, die mir zum Studium der *Sphaeroplea* nur nebenbei einige Stunden gewährten, Entschuldigung finden.

---

1) Monatsber. der kgl. Academie d. Wiss. Berlin 1855. Dieselbe Abhandlung vervollständigt durch die Beigabe zweier Tafeln 1856 in „Ann. des Sciences Naturelles.“

2) **Braun**, „Verjüngung in der Natur etc.“ 1854. (An mehreren Stellen.) G. **Fresenius**, „Ueber *Sphaeroplea annulina*.“ Bot. Ztg. 1851 Nr. 13. **Cienkowski**, Bot. Ztg. 1855 pag. 777 u. ff.

Morphologische und vegetative Verhältnisse.

Die beobachteten Erscheinungen sollen in der Reihenfolge wie sie gemacht wurden angeführt werden und soll deshalb mit jenen, die an der in voller Vegetation ihrem Standorte im Freien entnommenen Pflanze angestellt wurden, begonnen werden. Da fiel denn zunächst auf, dass die Querwände der vorliegenden *Sphaeroplea* sehr häufig und bei manchen Fäden ganz regelmässig eine Bildung zeigten, die von den früheren Beobachtern nirgends erwähnt und abgebildet wird. Vor allem waren sie viel massiver, meist zeigte sich indess in der Mitte der Querwand (entweder beiderseits oder auch nur nach dem Lumen der einen Zelle hin) noch ein Cellulose-Zapfen gebildet, der bald schmal war, bald in die Breite ging und sich zu einem kleinen Hügel in der Mitte der Querwand erhob, sich an der Spitze wohl auch in 2 Höcker theilte. Die Figuren 1 (a, b, c) mögen diese Cellulosezapfen veranschaulichen. Die Bezeichnung derselben als Cellulosezapfen rechtfertigt die Reaction mit Chlorzinkjod; sie nehmen damit eine hellrothviolette Färbung an,[1]) bei längerem Liegen im Reagens geht sie in's Dunkelviolette über.

Die Neigung Cellulosezapfen, — Leisten und Ringe — zu bilden gehört überhaupt zu den charakteristischen Eigenthümlichkeiten unserer Alge.[2]) Oft werden solche Zäpfchen, Streifen oder Ringe auch an den Längswänden der Zellen, in grösserer Zahl gebildet (Fig. 2), sie haben indess dann mit der normalen Zelltheilung nichts zu thun, wennschon diese in ganz ähnlicher Weise eingeleitet wird.

Wie nämlich bei der Zelltheilung der *Cladophora* die Querwandbildung als Ring beginnt, der nach Innen zu wachsend, durch Zusammenstossen in der Mitte sich zur Scheibe schliesst, so geschieht die Theilung auch bei *Sphaeroplea.* In vielen Eällen nun bleiben solche Theilungen auf unvollendeter Stufe stehen. So finden sich anstatt durchgehender Querwände nur mehr oder minder mächtige Zellstoffringe, die allerdings bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck normaler Scheidewände bieten. Fig. 1 (d) zeigt einen solchen Zellstoffring von der Fläche gesehen. —

Auch kann die Wandbildung von mehreren Punkten der Fadenperipherie ausgehen, die nicht sämmtlich in einer und derselben, zur Fadenaxe senkrechten Ebene liegen. Trotzdem kommt es indess in der Regel doch zu einem Verschluss, indem die einzelnen Wandtheile in

---

1) Diese Cellulosezapfen beschreibt auch Rauvenhoff in einer kleinen Mittheilung der kgl. Akad. d. Wissensch. zu Amsterdam (Zitting van 26. Mai 1883) Rauvenhoff hat die *Sphaeroplea* aus Grazer Sporenmaterial gezogen.

2) Da sich an unserer *Sphaeroplea* auch noch andere, zwar unbedeutendere Unterschiede von der bekannten *Sphaeroplea annulina* Ag. finden, die eigenthümliche Gestaltung der Querwand indess das in die augenspringendste Merkmal abgibt, wollen wir die neu aufzustellende Varietät darnach als *Sphaeroplea annulina* Ag. Var. *crassisepta* bezeichnen.

der Mitte der Zellen verwachsen respective verklebt werden; allerdings geschieht hierbei dem ästhetischen Eindruck etwas Abbruch. —

Kommt die Alge aus günstigen Vegetationsbedingungen in ihr wenig zusagende, wie sie ein Aquarium im Freien erwachsenen Pflanzen bietet dann steigert sich die Neigung zur Zapfenbildung immermehr und nimmt schliesslich so überhand, dass die Alge ein völlig monströses Aussehen erhält. Anfänglich fanden wir in den Fäden die kleinen Cellulose-Zäpfchen, -Riefen und -Ringe wie sie in Fig. 2 dargestellt sind, bald aber treten riesige Cellulose-Pfropfen auf, welche die Zellen auf grosse Strecken hin erfüllen. Die Pfropfenbildung erfolgt vorwiegend an den Querwänden und erscheint dann hier gleichsam als Steigerung der Cellulosezapfen; allein auch in der Mitte der Zellen treten solche, das Lumen theilende mächtige Pfropfen auf. Die Pfropfen (Fig. 3) geben ebenfalls Cellulose-Reaction, während die Längswände der Zellen in Chlorzinkjod mächtig quellen und eine schöne Schichtung erkennen lassen. Das Protoplasma in dem von der Cellulosewucherung freigebliebenen Zellenraum hat seine grossen Vakuolen alle eingebüsst und erscheint als eine dem Normalverhalten gegenüber desorganisirte Masse in der Chlorzinkjod keine grossen Amylumherde, nur hie und da blaue Wölkchen nachweist; die Stärke scheint demnach wesentlich zur Bildung der Cellulose-Pfropfen verwendet zu werden.

Ob diese Cellulose-Pfropfen eine biologische Bedeutung haben? Ohne dass eine eigentliche Einkapselung von Protoplasmatheilen durch diese Pfropfenbildung eintritt, erscheint immerhin doch möglich, dass auf solche Weise ähnliche Ruhezustände erreicht werden, wie sie unter ungünstigen Verhältnissen die *Vaucheria geminata*[1]) in dem sogenannten *Gongrosira*-Zustand eingeht. Ich wage aber diese Frage umsoweniger zu entscheiden, als ich keine Versuche gemacht habe, aus solchen Fäden neue Algenpflanzen zu ziehen.

Eine biologische Bedeutung wird aber wohl den mächtig verdickten Querwänden mit den ihnen aufsitzenden Zäpfchen zuzuschreiben sein. Sie zeigen nichts von dem Charakter einer abnormen Bildung und treten bei sichtlich voller und üppiger Vegetation auf.

Cohn[2]) bemerkt von den zarten, haarspitzenähnlichen Enden, die der junge Keimling zeigt: „Aber auch am längsten, vielzelligen Faden kann man noch, was bisher übersehen worden, die in die feinen Haarspitzen sich verlängernden Enden beobachten.“ Dies war wohl heuer an den in engen Gefässen gezogenen Pflanzen der Fall, aber an den üppigen Exemplaren, die im Freien aufgewachsen waren, nicht; trotz specieller Rücksicht darauf gelang es mir unter Hunderten von Präparaten nur einmal ein solches von der Keimung herrührendes Fadenende zu finden. Die *Sphaeroplea* besitzt, wie schon Cohn hervorhebt und wie es bald zu beobachten möglich ist, interkalares Wachsthum; jede einzelne Zelle bleibt, so lange sie sich nicht sexuell differenzirt, theilungsfähig, die Endzellen sind dabei keineswegs bevorzugt. In Folge dessen kann sich die Pflanze auch durch Abgliederung von Zellfadenstücken vegetativ bedeutend vermehren. Wenigstens zeigte die Grazer Pflanze diese Eigenthümlichkeit in ausgeprägter Weise und es erscheint mit Berücksichtigung dessen wohl möglich, dass der Standort die Veranlassung hierzu geboten habe, respective von besonders förderndem Einflusse gewesen sei. Wie Eingangs erwähnt, hatte die Alge das Bassin eines Springbrunnens occupirt, dessen rückfallende Wasserstrahlen stetige Stösse auf die Wasserfläche und die auf ihr flottirenden Algenfäden ausübten und so wohl der Abgliederung von Fadenstücken Vorschub leisten mussten.

---

[1]) „Ueber die Ruhezustände der *Vaucheria geminata*“ v. E. Stahl. Bot. Ztg. 1879 Nr. 9.

[2]) l. c. pag. 7.

Dabei erscheinen nun die starken Querwände nicht ohne Bedeutung; durch das Aneinanderliegen einer versteiften Partie und einer solchen die weit schwächer ist, muss bei einem Stosse an der Grenzstelle eine Abknickung erfolgen — an dieser Stelle muss der Stoss des niederfallenden Wassers eine maximale Wirkung erzielen. Auch durch Schieben oder seitliche Stösse an das Deckglas waren Abgliederungen der Fäden zu erreichen. Dabei wird aber in der Regel keine Zelle zerrissen, sondern die Abgliederung erfolgt in der Weise, dass an einem Fadentheil die feste verdickte Querwand verbleibt (wenigstens anfänglich, später dürfte sie auch hier abgeworfen und der Verschluss der Zelle nur durch die innerste Membranlamelle bewerkstelligt werden), während dem andern eine dünne Membranlamelle, die als innerste Schicht nach seiner Seite zu, die Querwand (und eventuell den ihr aufsitzenden Zapfen) überkleidet, als Verschluss mitgegeben wird.[1])

Fig. 4 zeigt eine solche Abgliederung, die hier allerdings durch starkes Quellen der Querwand in Chlorzinkjod künstlich eingeleitet wurde; aber auch an frischen Fäden fand ich solche nicht völlig vollzogene Abgliederungen. Fig. 5 (a u. b) zeigt Enden abgegliederter Fadenstücke. In a ist die verschliessende, dünne Membran concav einwärts gewölbt, noch in der Lage, in welcher sie den Cellulosezapfen der Querwand als innerste Lamelle umgab. Diese concave Einstülpung wird nun offenbar durch wachsenden Turgor der Zelle später convex auswärts getrieben; so erklären sich dann die Fadenenden, wie eines Fig. 5 b abgebildet und welche öfters gefunden werden.

---

[1]) Strasburger (Zelltheilung, II. Aufl Jena 1876, pag. 57 u. ff.) erwähnt einer ganz ähnlichen vegetativen Vermehrungsweise für *Spirogyra orthospira* Nur giebt hier das Abrundungsbestreben der aneinandergrenzenden Zellen den wesentlichen Impuls zur Abgliederung, während bei unserer *Sphaeroplea* die Turgorwirkung der Zellen eine nebensächliche Rolle spielt, dafür aber die eigenthümliche Ausbildung der Querwände als specielle Anpassung für diesen Zweck vorhanden ist.

Uebrigens besitzt die Alge auch die Fähigkeit, sich, ähnlich wie die *Vaucheria*, an Bruchstellen gegen den beschädigten Theil, unter Rückziehung des Protoplasmas, durch Wandbildung abzuschliessen. Diesen Vorgang beobachtete ich an einem, noch durch keine Theilungswand gegliedertem Keimling. Vergl. Fig. 6 der Tafel XII.

Die auf solchem Wege erfolgende vegetative Vermehrung kann eine ganz colossale sein. So wurde das grosse Bassin des Springbrunnens, in welchem die Alge 1882 spontan, das erstemal, auftrat, wiederholt von ihr vollends erfüllt, trotzdem, dass die Stadtvertretung mehrmals dasselbe räumen und ganze Wagenladungen der Alge wegschaffen liess.

Die verdickten Querwände dürften also als eine Anpassung, die zur Beförderung der Abgliederung von Zellfadenstücken und somit zu vegetativer Vermehrung beizutragen im Stande ist, aufzufassen sein. Ein genauerer Einblick in diese Anpassung fehlt uns aber noch in Bezug auf die Frage, ob sie längerer Zeiträume zur Schaffung bedürfe, oder durch locale Standortsbedingungen ziemlich rasch zu entstehen vermag. Kulturen der Alge in relativ ruhigem Wasrer, in bewegterem, wie es etwa mit einem Strome in Verbindung stehende Inundationsarme böten, und in Bassins von Springbrunnen, könnten möglicher Weise ganz interessante Resultate ergeben.

Erwähnen muss ich noch, dass sich die Eigenschaft, an den Querwänden Cellulosezapfen zu bilden, vererbt. An heuer aus den Dauersporen der Grazer Pflanzen in irdenen Schüsselchen gezogenen Kulturen, waren Zapfenbildungen oft zu beobachten, obgleich sie nicht in gleicher Häufigkeit und Stärke wie im Vorjahre vorhanden waren.[1]) Indessen waren auch die Pflänzchen selbst viel schwächer und unter weit ungünstigeren Bedingungen aufgewachsen. Auch über den Werth dieser Vererbung vermöchten erst die oben angedeuteten Kulturversuche Aufschluss zu geben.

Zellkerne.

Eine Frage, die mich sofort interessirte, war die, wie es sich mit den Zellkernen bei der *Sphaeroplea* verhielte. Die ersten Tinktionsversuche zeigten nun, dass wir auch in ihr einen Thallophyten mit vielkernigen Zellen besitzen, indem die Kerne ob der lockeren Gruppirung der Plasmapartieen besonders leicht sichtbar zu machen sind. Als ich die schönen Untersuchungen von Schmitz[2]) über die Zellkerne der Thallophyten zur Hand nahm, sah ich denn auch, dass dieser schon wiederholt vermuthungsweise für *Sphaeroplea* die Vielkernigkeit in Aussicht gestellt hatte.

---

[1]) Diese Vererbung zeigten auch andere mit Grazer Saatmaterial angestellte Kulturen. Solches ersieht man aus Rauvenhoffs citirter Mittheilung, und solches berichtete mir auch Herr Prof. Kny aus Berlin. —

[2]) Sitzb. der niederrhein. Gesellschaft in Bonn 1880 l. c. pag. 130.

Sowohl an Alkoholmaterial, als an mit 1 pCt. Osmiumsäure, oder mit Pikrinsäure (nach dem Verfahren von Schmitz) behandeltem, lassen sich durch Hämatoxilin oder Pikrokarmin gute Kerntinktionen erhalten. Die Fig. 7 zeigt ein Stück einer *Sphaeroplea*-Zelle mit 3 Plasmaringen und den darin enthaltenen Kernen.[1]) Auf den Plasmaring kommen 1—4 Kerne, im Durchschnitt 2. Die Zahl der Plasmaringe schwankt etwa zwischen 9—30 in der Zelle, im Durchschnitt sind es meist 20; damit schwankt auch die Zahl der Kerne zwischen 18—60 pro Zelle und sind es durchschnittlich bei 40. Ich habe auch das Verhalten der Kerne zu den Sexualzellen beachtet und finde meine Resultate mit den von Schmitz für Thallophyten gewonnenen übereinstimmend.

In den weiblichen Zellen ist je ein Kern das Centrum, um den sich eine Plasmapartie zur Bildung einer Oosphaere gruppirt (Fig. 8a). Die Anzahl der Eier in einer Zelle schwankt desshalb nach Zählungen zwischen denselben Werthen wie jene der Zellkerne. Auch in dem befruchteten, mit Membran umgebenen (Fig. 8b) ist der Zellkern leicht sichtbar zu machen; wie es sich in den mit faltigem Exospor umkleideten Dauersporen mit ihm verhält, gelang mir nicht nachzuweisen, doch ist zu erwarten, dass dieser eine Kern bis zum Zeitpunkt der Schwärmsporenbildung persistirt.

Es wird schon von Cohn erwähnt, dass die Grösse der Dauersporen ziemlichen Schwankungen unterliegt und der Durchmesser von einem Mittelwerthe von 0,021 *mm*, in gewissen als Ausnahme erscheinenden Fällen, bis auf 0,054 *mm*, ja bis auf 0,181 *mm* steigen kann. Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass mit der grossen Menge von Proto-

---

1) Herr Rauwenhoff sagt zwar in seiner citirten Mittheilung: „In den Zellen von *Sphaeroplea* werden keine Zellkerne, dagegen viele Chromatophoren mit Amylumkugeln gefunden.“ Meine obigen Sätze stehen mit dem also in Widerspruch. Doch glaube ich meiner Deutung sicher zu sein. Es wird allerdings in manchen Fällen Schwierigkeit bieten, die Pyrenoide der Chromatophoren von den kleineren Zellkernen vielkerniger Zellen zu unterscheiden; ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden liegt eben nur darin, dass das Pyrenoid aus einem Chromatinkorn allein besteht, während beim Zellkern dieses erst dem Nucleus eingebettet liegt. Diese beiden Theile, Nucleus und Nucleolus, glaube ich nun öfter deutlich unterschieden zu haben. Auch sind meine Kerne nicht die Centra von Amylumherden; solche scheinen aber auch bei *Sphaeroplea* wohl zu existiren, obwohl ich auf sie wie auf die Chromatophoren nicht besonders achtete. (Die Schmitz'sche Arbeit „Die Chromatophoren der Algen“ war im Vorjahre, als ich diese Untersuchungen anstellte, noch nicht erschienen.) Bei Anwendung von Chlorzinkjod erscheinen die Amylumherde einfach als blaue Kugeln, weil die Stärkehülle ja auch in Form einer Hohlkugel um das Pyrenoid angeordnet ist. An mit Pikrinsäure gehärteten und gefärbten Präparaten hebt sich auch das durch Lichtbrechung verschiedene Pyrenoid ziemlich gut ab. Die Stärkehülle um dasselbe erscheint bei der mir zur Verfügung gestandenen stärksten Vergrösserung (Zeiss, Imm. 2), meist noch als homogener Kreis, nur manchmal bietet sie den Eindruck, als sei sie aus einzelnen, eng aneinanderliegenden Körnchen gebildet. —

plasma die zur Bildung solcher „Monstresporen“ verwendet wird, auch mehrere Kerne eintreten. Ich habe solche Riesensporen auf ihre Kerne nicht geprüft — als Regel kann immerhin die Einkernigkeit der *Sphaeroplea*-Eizellen gelten.

Auch bei der Bildung der Spermatozoiden sind die Kerne jedenfalls wesentlich betheiligt. Jeder Plasmaring einer männlichen Zelle wird zur Bildungsstätte für ein Heer von Spermatozoiden; alle diese Bildungsstätten bleiben bis zum Beginn des Schwärmens der Spermatozoen und auch dann noch kurze Zeit, durch die Vacuolen, welche sonst die gewöhnlichen Plasmaringe trennen, von einander gesondert. Je ein Plasmaring mit seinen (durchschnittlich 2) Zellkernen stellt also das ursprüngliche Bildungsmaterial für eine grosse Zahl — bis hundert — Spermatozoiden dar.

Ich habe zwar zum genauen Verfolgen der Spermatozoenbildung nicht die nöthige Musse gehabt, immerhin scheinen einige beobachtete, entwicklungsgeschichtliche Stadien dafür zu sprechen, dass sie von einer grossen und raschen Vermehrung der Zellkerne begleitet sei, so dass schliesslich jedes Spermatozoid Kernsubstanz enthält. Da die Spermatozoenbildung nicht stets in allen Plasmaringen einer Zelle gleichzeitig eingeleitet wird, kann man neben vorgeschritteneren Bildungsherden (die über den Charakter der Zelle als einer männlichen keinen Zweifel mehr zulassen) auch solche, welche die ersten im Plasmaring eintretenden Veränderungen zeigen, erhalten.

Derartige Stufen sind in Fig. 11 dargestellt. Fig. 11a war die einer Scheidewand nächste Plasmaportion; sie bildete hier keinen Ring, sondern einen kleinen Klumpen, in dem 4 Kerne durch Tinktion hervortraten. Die nächste Plasmaportion (Fig. 11b) war in Ringform angeordnet, durch leichten Druck aufs Deckgläschen erhielt ich sie in schiefer Ansicht, in der sie die Figur zeigt. Der Ring enthält hier 8 Kerne. Diese und ähnliche beobachtete Bildungsstadien sind nun mit dem Bilde, das vorgeschrittenere gewähren, in Combination zu ziehen. Denn man sieht dann (Fig. 10), wie die ganze Protoplasmamasse der Ringe von Körperchen erfüllt ist, die das Hämatëin-Ammoniak, in der charakteristischen Weise wie es Zellkerne thun, aufgenommen haben. Jedes solche tingirte, in einer feinkörnigen Protoplasmamasse eingebettete Körperchen, wird zu einem Spermatozoid. Dem entsprechend zeichnet sich auch das formvollendete, fertige Spermatozoid durch ein hervorragendes Aufspeicherungsvermögen für Farbstoffe aus, wie es gelungene Präparate, die durch Fixirung mit 1 procentiger Osmiumsäure und nachheriger Tinction gewonnen wurden, deutlich zeigen.

Der Gestalt und Structur nach weichen übrigens die von mir beobachteten Spermatozoiden nicht unwesentlich von den durch Cohn abgebildeten ab. So erschien das cilientragende Ende nie so lang, halsartig ausgezogen, wie es die Cohn'sche Abbildung zeigt; auch ist dieses Vorderende der Tinktion ebenso zugänglich wie das hintere, wohl aber markirt sich, sowohl an tingirten als an untingirten Präparaten, eine helle, farblose Partie, in Form eines Kragens, etwa nach dem ersten Drittel vom Kopfende des Spermatozoids aus (Fig. 9). Uebrigens herrschen zwischen den einzelnen Spermatozoiden kleine Form- und Grösseverschiedenheiten, wie solches aus unserer Figur unmittelbar hervorgeht[1]).

Ich habe früher betont, dass das Verhalten der Zellkerne der *Sphaeroplea*zellen während und bei der Bildung der Sexualzellen, mit den Angaben von Schmitz über die Rolle der Zellkerne bei der Entstehung der Sexualzellen anderer Thallophyten harmonire. Ich will diesfalls auf einige von Schmitz angeführte Fälle hinweisen.

Schmitz weist nach, dass die Sexualzellen aller Algen und Pilze Kerne enthalten. Er sagt ferner[2]): „In Pflanzen mit vielkernigen vegetativen Zellen sind dabei die Fortpflanzungszellen einkernig," womit wieder die Beobachtungen bei *Sphaeroplea* stimmen. Nach Schmitz machen nur die jungen Oogonien der Coeloblasten (*Vaucheria*, *Saprolegnia*) eine Ausnahme, sie enthalten viele kleine Kerne. Merkwürdiger Weise enthält aber auch hier die befruchtete Eizelle nur einen Kern, der durch Verschmelzung der vielen des Oogoniums resultirt[3]). Und was eine ähnlich rasche Kernvermehrung, wie sie bei der Bildung der Spermatozoen von *Sphaeroplea* eintreten muss, betrifft, so giebt es unter den Thallophyten mehrfach analoge Fälle. Schmitz[4]) erwähnt z. B. dieses Vorganges bei der Sporenbildung von *Phyllosiphon*. „Vor der Sporenbildung vermehren sich diese Zellkerne sehr reichlich und alsdann zertheilt sich der Protoplasmakörper in zahllose kleine längliche Körperchen, die Sporen, die je einen einzelnen Zellkern enthalten."

Ueber den Befruchtungsvorgang kann ich nichts Neues hinzufügen. Das reizende Spiel der durch die Zellwandöffnungen aus- und einschlüpfenden Spermatozoën, ihre Tänze um die Eizellen, die passiven Rotationen[5]) dieser hat Cohn vorzüglich geschildert. Für die Frage, wie die Aufnahme der Spermatozoiden-Substanz in die der Eizelle vor sich geht, welche sicher einer weiteren Aufklärung zuführbar wäre, habe ich leider keine Beobachtungen gemacht[1]).

---

[1]) In Uebereinstimmung mit Schmitz' Angabe (Chromatophoren der Algen, pag. 123 und fl.), dass in den männlichen Sexualzellen die Abgrenzung der Chromatophoren oder diese selbst verloren gingen, besitzen ohne Zweifel auch die Spermatozoiden von *Sphaeroplea* keine Chromatophoren.

[2]) l. c. pag. 187.

[3]) Ein ähnlicher Vorgang wäre vielleicht bei den grossen „Monstresporen" der *Sphaeroplea* zu constatiren.

[4]) l. c. pag. 194.

[5]) Rotationen befruchteter oder unbefruchteter Eizellen werden öfter (besonders bei Aquarium-Kultur) auch durch eine schmale, farblos erscheinende *Oscillaria* hervorgerufen; wenn die Bewegung durch einen einzelnen *Oscillaria*faden verursacht wird und die Sporen dicht stehen, ist der Bewegungserreger leicht zu übersehen, und die Erscheinung erhält dann etwas Verblüffendes. Dasselbe Schauspiel bot sich

Keimung der Dauersporen.

Wir wenden uns nun den, an Culturen aus vorjährigen Dauersporen, heuer gewonnenen Resultaten und den dabei in Betracht gezogenen Fragen zu.

Sphaeroplea - Dauersporen wurden auch im Dunkelschrank zur Keimung ausgesetzt. Wir wissen durch Borodin[2]), dass die Sporen vieler Farne und die von *Polytrichum* im Dunkeln nicht keimen; ein gleiches durch Leitgeb[3]) auch von den Sporen der Lebermoosgattungen *Preissia* und *Duvallia.* Ueber den Einfluss der Beleuchtung auf Dauersporen von Algen liegen, meines Wissens, bisher keine Beobachtung vor, weshalb mir ein Versuch mit *Sphaeroplea* in dieser Beziehung nicht uninteressant erschien.

Die *Sphaeroplea*-Sporen keimten auch im Dunkeln völlig normal, d. h. sie bildeten die Schwärmsporen und diese wuchsen zu Keimlingen heran. Diese Sporen verhalten sich also so wie die Sporen von *Equisetum* (nach Sadebeck); aber so wie bei diesen die Entwicklung des Prothalliums ohne Licht nicht stattfindet, ebenso entwickeln sich auch die, aus im Dunkeln gebildeten Schwärmsporen, entstandenen Keimlinge ohne Licht nur wenig und ist baldiges Zugrundegehen ihr Loos. Ich werde später auf die Vermehrungsweise des einen Kerns, den jeder Schwärmer, und zunächst jeder Keimling besitzt, eingehen; hier sei nur erwähnt, dass bei Dunkelcultur die Kerntheilung nur einmal erfolgt und alle Keimlinge auf einer zweikernigen Entwicklungsstufe verbleiben.

Das Zurückbleiben der Keimlinge bei Dunkelcultur mögen folgende

---

offenbar auch Cienkowski, indem er l. c. schreibt: „Zwischen den jungen noch glatten Sporen bemerkt man oft lange Spiralfäden, welche durch leise Bewegung den Sporen schwache Oscillationen mittheilen. Ich habe einen ganzen Knäuel solcher sehr langer Fäden in unverletzten Gliedern beobachtet, konnte aber über ihre Entwicklung und ihre Bedeutung nichts ermitteln.“ Ueber die Frage, wie das Eindringen der *Oscillaria* geschieht, sind wohl heute keine Aufklärungen mehr nöthig.

[1]) l. c. sagt Rauwenhoff, dass auch eine parthenogenetische Entwicklung unbefruchtet bleibender Oosphären wahrscheinlich sei. Ich habe nichts gefunden, was auf eine solche Parthenogenese hindeuten würde. Hingegen habe auch ich einzellige Pflänzchen beobachtet, die sich zur Bildung von Geschlechtszellen anschickten. Auf solche Weise entstehende Diöcie ist übrigens nur das Produkt sehr ungünstiger Vegetationsbedingungen, bei denen schon sozusagen die Keimlinge möglichst rasch zur Bildung der Geschlechtszellen hinstreben. Die ganze Erscheinung ist dem „Nanismus“ Phanerogamer Pflanzen analog, nur dass dieser hier noch mit diöcischer Ausbildung verknüpft sein kann.

[2]) Bullet. d. l'Akad. de St. Pétersbourg 1862, Bd. 13 pag. 432.

[3]) „Die Keimung der Lebermoossporen in ihrer Beziehung zum Lichte“. Berichte der Wiener Akad. 1876.

Angaben aus dem angestellten Versuche illustriren. Die Cultur wurde am 26. IV. bei 14° R. angesetzt, nach 36 Stunden fanden sich schon reichlich Keimlinge, die das normale Aussehen im Lichte entstandener boten. Die Cultur wurde in den Dunkelschrank zurückgestellt, nur eine Probe davon wurde auf einem Objektträger unter Deckglas in einer Feuchtkammer ans Licht gesetzt.

Am 30. IV. waren die Keimlinge in der Dunkelcultur noch ganz normal mit grünem Protoplasma erfüllt, doch waren sie nicht gewachsen, während jene Keimlinge, welche am 28. der Dunkelcultur entnommen und unter Deckglas am Lichte cultivirt wurden, sämmtlich mehr als die doppelte Länge der grössten aus der Dunkelcultur erreicht hatten. Am 1. V. wurde dann die Hälfte der Dunkelcultur in einer Schale an einem Südfenster ans Licht gebracht — die andere Hälfte verblieb im Dunkelschrank.

Am 3. V. wurden die Keimlinge beider Culturen verglichen. Jene der Dunkelcultur waren im Durchschnitt 0,36 *mm* lang, während jene, die am 1. V. ans Licht gesetzt worden waren, eine durchschnittliche Länge von 0,79 *mm* erreicht hatten; in 2 Tagen hatten also die ans Licht gesetzten Keimlinge jene der Dunkelcultur um mehr als das Doppelte im Wachsthum überholt. Die Keimlinge der Dunkelcultur hatten aber schon am 30. IV. eine Durchschnittslänge von 0,36 *mm*, woraus hervorgeht, dass sie in der Zeit bis zum 3. V. in der That nicht weiter gewachsen sind. Auch am 9. V. zeigten diese Keimlinge noch die gleiche Grösse, während jene die am 1. V. ans Licht gesetzt worden waren, schon bei 6 *mm* lange Fäden bildeten und mehrere Theilungen besassen.

Die Fähigkeit der *Sphaeroplea*-Sporen im Dunkeln zu keimen, mag in der vom Lichte nicht abhängigen Wirkung des in ihnen die Reactivirung der Reservestoffe bewirkenden Fermentes liegen[1]). Wie schon erwähnt, sind aber auch die im Dunkeln entstehenden Schwärmer und ersten Stadien des Keimlings vollkommen normal und enthalten wie die am Lichte keimenden Chlorophyll. Die Thatsache, dass die Chlorophyllbildung hier auch im Dunkeln erfolgt, drängt uns zur Annahme, dass in dem röthlichen, öligen Inhalt der Dauersporen der Chlorophyllfarbstoff schon in irgend einer Modification (vielleicht in einer feinen Durchmischung mit dem rothen Oele, Haematochrom Cohn's) vorhanden ist, die zur Ueberführung in Chlorophyll (oder Sonderung des letzteren) eines vom Lichte unabhängigen Impulses bedarf. Die enge Beziehung des Haematochroms zum Chlorophyll hat auch Cohn hervorgehoben und auch

---

1) Bekanntlich fasst Sachs (Vorlesungen über Experimentalphysiologie pag. 425) die Ruheperioden, mögen es nun Sporen oder ruhende Knospen sein, so auf, dass es sich dabei wahrscheinlich um die langsame Bildung eines Fermentes handle, welches die Reactivirung der Reservestoffe vorzunehmen vermag.

betont, dass die Dauersporen in concentrirter H_2SO_4 eine blaugrüne Färbung annehmen, welche Reaction die Schwefelsäure auch auf das Chlorophyll ausübt.

Dieses Verhältniss tritt auch aus dem Processe, wie er sich in einer Richtung in den reifenden Dauersporen und in der entgegengesetzten vor der Keimung und Bildung der Schwärmsporen abspielt, scharf hervor.

Was nun das Zurückbleiben der im Dunkeln cultivirten Keimlinge im Wachsthum betrifft, so resultirt dieses offenbar vor allem aus dem Mangel von Assimilation und dem raschen Verbrauch des dem Schwärmer aus der Dauerspore überkommenen plastischen Stoffvorrathes. Dies zeigte ein einfacher Vergleich der Inhaltsbeschaffenheit, einerseits der Keimlinge der Dunkelcultur und andererseits jener, welche dieser entnommen, 2 Tage am Licht gestanden waren.

Nachdem die Frage entschieden war, dass die *Sphaeroplea*-Sporen auch im Dunkeln keimen, war a priore auf einen bedeutenderen Einfluss des Lichtes, nach seiner Zusammensetzung aus Strahlen verschiedener Brechbarkeit, wie er von Borodin auf die Keimung der Farnsporen nachgewiesen worden ist, nicht zu denken. In der That keimten die in Blechkästen mit seitlich einfallendem rothem (Rubinglasscheibe) oder blauem (Cobaltglasscheibe) Licht, angesetzten Dauersporen; in beiden waren nach 15 Stunden schon ziemlich viele Keimlinge vorhanden.

Diese Culturen waren zu dem Zwecke angestellt, um auch den Einfluss des rothen und des blauen Lichtes auf das Wachsthum zu prüfen. Nach, mit entstärkter *Spirogyra*, vorgenommenen Versuchen waren, in Bezug auf Assimilation, die durch die rothe Scheibe durchgelassenen Strahlen jenen gegenüber, welche durch die blaue gehen mussten, in ihrer Wirksamkeit wesentlich gleich. Der Versuch kann, ob ungünstiger Vegetationsbedingungen, welche die Culturen bald eingehen liessen, zwar nicht als entscheidend angesehen werden, immerhin scheinen aber die gleich anfangs gefundenen Werthe deutlich im Sinne der Resultate der anderen Forscher (Sachs, G. Kraus, Brefeld, Vines) zu sprechen, dass die Strahlen der blauen Spectralhälfte die für das Wachsthum wirksameren sind. Denn die Keimlinge im, hinter der rothen Scheibe stehenden Culturgefäss hatten nach 7 Tagen eine durchschnittliche Länge von 0,172 *mm* erreicht, während die hinter der blauen Scheibe schon eine Länge von 0,25 *mm* zeigten.

Bildung und Austritt der Schwärmsporen.

Da Cohn den Austritt der *Sphaeroplea*-Schwärmsporen nicht beobachtet hatte, richtete ich auch auf diesen Punkt mein Augenmerk und trachtete nebstbei die Vorgänge der Schwärmsporenbildung zu verfolgen. Das letztere ist eine schwierige Aufgabe. Hindernd tritt uns vor allem das röthliche Oel, welches in grösseren oder kleineren Ballen den ganzen Innenraum der reifen Sporen erfüllt, entgegen[1]). So deutliche Theilungszustände der Inhaltsmasse der Dauerspore, wie sie Cohn in Fig. 1 (b, c, d) giebt, habe ich nie gesehen. Wohl kommen ähnliche Bilder, oft schon im Jahre in dem die Dauersporen gebildet wurden, durch die Gruppirung der Oelmassen in wenige grössere oder zahlreichere kleinere Ballen zu Stande, aber dieser Vorgang hat mit der Schwärmsporenbildung nichts gemein.

Das Wenige, was ich über die Schwärmsporenbildung weiss, möchte ich nun im Folgenden zusammenfassen. Die Vorbereitung dazu wird wesentlich durch die Veränderung der Färbung der Dauersporen, und damit in der Substanz- und Formänderung ihres Inhaltes bemerkbar. Die immer ziemlich grossen Oelkugeln werden in viele kleinere zertheilt, gleichzeitig wohl auch im Ganzen vermindert, während andererseits Chlorophyll in den Sporen sichtbar wird. Die mennigrothe Farbe der Dauersporen bekommt dabei einen grünlichen Schimmer (erst später scheinen auch grüne Körner aufzutreten). Man findet nun Dauersporen solcher Färbung, in welchen, nicht scharf gegebene, Grenzlinien Plasmapartien von einander zu scheiden scheinen, wie etwa bei *a* in Fig. 12; deutlich aber ist die Bildung der Schwärmsporen erst dann erkennbar, wenn sie in der Mutterzelle sich zu bewegen beginnen. Auch dann ist die Begrenzung der einzelnen und die Zahl der vorhandenen nicht immer leicht zu bestimmen.

Die Zahl der aus je einer Dauerspore hervorgehenden Schwärmer ist, wie schon Cohn bemerkt, schwankend, doch sah ich nie über 4. Einen sicheren Fall mit 2 Schwärmern giebt Fig. 12 bei *b*; als die Schwärmer sich in der Spore zu bewegen begannen, war es leicht zu constatiren, dass nur 2 Schwärmer die Spore erfüllten. Auch kommt es vor, dass ein einziger Schwärmer den Raum einer Spore erfüllt, also wohl aus dem gesammten Inhalt einer Spore hervorgeht.

Diese Beobachtungen sind an einem Material gemacht, welches die Dauersporen noch in den *Sphaeroplea*zellen eingeschlossen enthält, indem es bald nach dem Eintrocknen der Fäden aus dem Freien genommen und an einem trockenen Orte aufbewahrt wurde. Ein grosser Theil der Dauersporen ist offenbar in Folge dieser Behandlung, nicht zur vollen Reife gelangt und kommt so nicht zur Schwärmsporenbildung. Andererseits keimen doch etliche und da in der Regel solche, eine ganze Reihe bildend, nebeneinander liegen, oft eine ganze *Sphaeroplea*zelle umfassen, hat man gleich eine Serie von Bildungsstufen nebeneinander. Der Umstand, dass sich die Stufen der Schwärmsporenbildung wenig scharf sondern, geht daraus hervor, dass man von einer Abgrenzung von Plasmapartien in dem Inhalte einer Spore (die etwa neben einer, die bereits ausgebildete Schwärmsporen enthielt, lag), vor kurzem nichts oder nur undeutliche Conturen sah, während doch auch in ihr sich bald Schwärmer drängend herumbewegen.

---

[1]) Die Extraction desselben (um etwa den Zeitpunkt der Entstehung der Kerne für die einzelnen Schwärmsporen, aus dem ursprünglich einem Kern der Dauerspore zu erfahren) ist geradezu nicht durchführbar. Einmonatliches Liegen der Sporen in Aether hatte noch zu keinem Erfolg geführt.

Andererseits ist dieses fädige Material zur Beobachtung des Austrittes der Schwärmsporen nicht besonders geeignet. Bei dem engen Raum, der in den Zellfäden zwischen den Sporen übrig bleibt, ist es schwer zu verfolgen, wie die Schwärmsporen aus der Mutterzelle hervortreten, und selbst die ausgeschlüpften gelangen nicht weit, ja oft finden sie nicht einmal Raum genug, die Spore zu verlassen. um, wie es gewöhnlich geschieht, in die zwischen den einzelnen Sporen befindlichen Zwischenräume und Winkel zu gelangen. Doch erzielt man bei etwas Ausdauer ein Resultat durch feines Zerschneiden des „fädigen“ Materials, an Kulturen, die im feuchten Raum unter Deckglas angestellt werden. An Sporen, die an der Schnittfläche eines Fadens liegen, oder, herausgefallen, ganz frei liegen, kann dann der Austritt der Schwärmer ins umgebende Wasser verfolgt werden.

In allen Fällen, wo ich Schwärmer in den Sporen sah, war das faltige Exospor noch vorhanden[1]),

Von besonderem Interesse ist es zu beobachten, welche Formänderungen die Schwärmer, welche in den Fäden zwischen die Sporen ausgetreten sind, vollführen. In aller möglichen Weise suchen sie sich einen Ausweg zu schaffen, doch wohl beinahe ausnahmslos ohne Erfolg, der Durchmesser der Dauersporen ist im Verhältniss zu dem des Fadenquerschnittes zu gross, um den Schwärmern ein Durchzwängen zu gestatten, obgleich diese von der Gestalt eines kugligen Klümpchens zu der eines Wurmes, die gegenüber dem Durchmesser der früheren Kugelgestalt die 2—3fache Länge besitzt, sich umzugestalten vermögen. Oft nehmen die Schwärmer die sonderbarsten Formen, ganz angepasst dem Raume, den sie eben finden, an.

Es scheint mir ferner ziemlich sicher zu sein, dass die Vertheilung der röthlichen, öligen Substanz im Schwärmer doch keine unbestimmte ist, wie es Cohn annimmt. Immer fand ich sie an einem Ende vorzugsweise gesammelt, das als vorderes bezeichnet werden kann (vgl. Fig. 12). In der Regel ist dieses auch bedeutend schmäler ausgezogen und an seiner Spitze findet sich immer ein heller Fleck[2]). In diesem

---

[1]) Cohn giebt an, die Schwärmsporenbildung öfter auch an Sporen, welche ihr faltiges Exospor abgeworfen hatten, beobachtet zu haben. Seine Abbildungen der Theilungsvorgänge in der Dauerspore sind auch sämmtlich solchen Exosporfreien Dauersporen entnommen.

[2]) Wie es an mit Jod getödteten freien Schwärmern ersichtlich, ist dies der Ort der Insertion zweier äusserst zarter Flimmerfäden. — Das Sichtbarmachen dieser gelang mir schwer, während die Flimmerfädrn der soviel kleineren Spormatozoiden leicht zu erkennen sind.

Vorderende liegt augenscheinlich das Maximum an Bewegungsenergie. Dieses ist der grössten Verschmälerung fähig, alle Versuche sich irgendwo einzuzwängen gehen von ihm aus und wird auch das Hinterende, wie später zu beschreiben sein wird, sehr energisch bewegt. so scheint doch diese Bewegung von dem röthlich gefärbten Theile auszugehen.

Diese Beobachtungen führten mich unwillkürlich zu dem Gedanken, dass die röthlichen, öligen Massen den Energiequell für alle Bewegungsäusserungen bilden möchten und da das Oel eine stark oxydable Substanz ist, erscheint die Idee vielleicht nicht ganz unberechtigt.

Den Austritt der Schwärmsporen konnte ich einmal genau verfolgen; eine eingehendere Schilderung desselben dürfte berechtigt sein.

An einem Stücke eines *Sphaeroplea*fadens war eine Zelle so abgeschnitten, dass eine Spore in dem Faden noch völlig geborgen lag, während eine vordere nur mehr zur Hälfte darin steckte. Beide Sporen waren zur Schwärmsporenbildung geschritten; die innere zuerst, ihre Schwärmer waren ausgekrochen und in den engen Raum zwischen der Hülle ihrer Mutterzelle und der vorderen Spore gelangt, wo sie ziemlich enge aneinander gepresst lagen und nur geringe Bewegungen ausführen konnten (Fig. 12, *c*).

Zu gleicher Zeit war auch in der vorderen Spore die Bildung der Schwärmer vor sich gegangen; Zuckungen im Innern der Spore verriethen dies, die Zahl der gebildeten Schwärmer konnte aber vorläufig nicht festgestellt werden. Endlich wurde an der freiliegenden Seite der Dauerspore ein kleines, helles, protoplasmaarmes und sich langsam vorschiebendes Stück eines Schwärmers sichtbar, das offenbar nur mit Schwierigkeit durch eine zu enge Oeffnung durchgezwängt wurde. Nach und nach kam mehr zum Vorschein, der herraussen befindliche Theil wurde mit Protoplasma erfüllt und nach $\frac{3}{4}$ Stunden war der erste Schwärmer in Freiheit.

Die Bewegung während des Austrittes bot den Eindruck, als ob sie durch das Stemmen eines im Innern thätigen Theiles zu Stande käme. Das zunächst vorgetretene Ende war das hintere. Kaum im Freien, blieb der Schwärmer träge an Ort und Stelle liegen und rundeten sich zur Kugel ab. Er erschien ganz entkräftet, nur hie und da waren Zuckungen an ihm bemerkbar. Was schliesslich aus ihm geschah, weiss ich nicht, da er, bei Zufuhr eines Wassertropfens unter das Deckglas, weggeschwemmt wurde.

Unmittelbar nach dem Austritt dieses Schwärmers wurde ein zweiter an der Austrittsstelle bemerkbar, der nun rasch hervortrat. Wieder schritt das hintere Ende voran, zunächst wurde es bohrend bewegt, nachdem aber ein ziemliches Stück aus der Spore vorgeschoben war, wurde die Bewegung sehr energisch und eigenthümlich. Der Schwärmer hatte nun die Gestalt einer Keule; das hintere, breite Ende war bereits im Freien, das schmälere, vordere noch in der Spore. Das dickere Ende wurde nun äusserst rasch von rechts nach links und dann im umgekehrten Sinne gedreht. Dies wiederholte sich einigemal. Die Bewegung schien wieder im Vorderende ihren Sitz zu haben, sie war vergleichbar der einer Keule, die, am schmalen Ende von einer Hand gefasst, zunächst nach einer und dann nach entgegengesetzter Richtung so geschwungen wird, dass die Keule im Kreisen die Mantelfläche eines Kegels beschreibt. — So hatte sich der Schwärmer in 4—5 Minuten die Freiheit gewonnen und schwärmte rasch, das vordere, rothe Ende voran, davon.

In der Dauerspore verblieben noch zwei Plasmaportionen, von denen die eine bald in eine krümelige Masse zerfiel, während die andere nach einiger Zeit die Schwärmbewegung aufnahm. Zunächst suchte der Schwärmer die Austrittsspalte, (die immer erst während des Austrittes bemerkbar wurde) fand sie endlich und hatte sich unter vieler Mühe in ¼ Stunde durchgebohrt. Seine Bewegungen hierbei waren nicht so lebhaft wie die seines Vorgängers, doch immerhin intensiv. Dass wirklich drehend-bohrende Bewegungen erfolgen, konnte beim Austritt des Schwärmers direkt constatirt werden, da sein schmäleres, zuletzt in's Freie gelangtes Vorderende eine korkzieherartige Windung erhalten hatte, die nach dem Austritt nicht, wenigstens nicht gleich anfänglich, ausgeglichen werden konnte. In Folge dessen bot der Schwärmer während der, die fortschreitende Bewegung begleitenden Rotation um die eigene Achse, bald eine dünnere bald eine breitere Seite des Vorderendes dem Beschauer.

Nun fanden auch die Schwärmer der rückwärtigen Spore, Gelegenheit auszutreten. Dabei beobachtete ich wieder, dass einer der Schwärmer, bevor er in's Freie gelangen konnte, in eine krümmelige Masse zerfiel. Es mag dies einer Erschöpfung der Kräfte während der langwierigen Versuche in's Freie zu gelangen, zuzuschreiben sein[1]).

An einem anderen Schwärmer interessirte mich die Beobachtung, dass seine Gestalt nicht mehr jener Formveränderungen fähig war, die anfänglich dem Schwärmer in so bedeutendem Grade zukommt. Allerdings waren seit dem Beginn der Beobachtung, und da waren diese Schwärmer schon ausserhalb der Mutterzelle, auch drei volle Stunden vergangen[2]).

---

1) Cohn erwähnt pag. 5: „Häufig findet man die leeren Membranen (Dauersporen), in denen höchstens ein Rest unverbrauchten Inhalts zurückblieb. Es erscheint nach obigem fraglich, ob dies bei der Sporenbildung unverbrauchte Protoplasmareste oder solche, die vom Zerfall bereits gebildeter Schwärmsporen herrühren, sind.

2) Ein Auswachsen der *Sphaeroplea*sporen innerhalb der *Sphaeroplea*zellen habe ich nur einmal beobachtet. Interessant war dabei die sich geltend machende Einwirkung des begrenzten Raumes auf die Gestalt der Keimlinge. Drei von vieren konnten ihre normalen haarspitzartigen Enden nicht ausbilden, nur kleine Zäpfchen

Kernvermehrung im Keimling; Auftreten der ersten Theilungswand.

Ich habe schon früher erwähnt, dass die befruchtete Eizelle einen Zellkern enthält und dass auch jede Schwärmspore und der Keimling, im ersten Jugendstadium, je einen Kern besitzen. Der eine Kern der Dauerspore muss sonach zur Bildung der Kerne der Schwärmsporen sich theilen. Den Zeitpunkt wann dies geschieht konnte ich nicht feststellen, wahrscheinlich fallen wohl Kerntheilung und Schwärmsporenbildung zusammen.

Der junge, einkernige Keimling (Fig. 14a) bleibt nur kurze Zeit auf dieser Stufe; mit seinem Wachsthum schreitet die Vermehrung der Zellkerne gleichzeitig vor. So durchläuft er zunächst die in den Figuren 14(a—d) enthaltenen Stufen mit 2, 4 und 8 Kernen. Es ist offenbar, dass der primäre Kern sich in zwei theilt und, dass die jeweilig vorhandenen Kerne nach bestimmten Intervallen denselben Vorgang wiederholen. Dabei treten, wenigstens anfänglich, die vorhandenen Kerne gleichzeitig die Theilung an, weshalb die Keimlinge nach Ueberschreitung des einkernigen Zustandes immer eine gerade Anzahl von Zellkernen besitzen, also 2, 4 oder 8[1]).

Ob diese Regelmässigkeit noch längere Zeit andauert ist fraglich, denn mit der Vergrösserung der Zellen wird es auch schwieriger die Kernzählungen sicher durchzuführen. 16 kernige Keimlinge konnte ich noch wiederholt beobachten, indessen scheint es mir, dass dauernd die gleichzeitige Theilung aller Kerne nicht gilt, dass bald ein oder der andere Kern, während die übrigen Kerne sich theilen, seinerseits ungetheilt bleibt. Jedenfalls würde das Gesetz, dass die *Sphaeroplea*zelle eine gerade Anzahl von Kernen hat, nur bis zur eintretenden Gliederung in Zellen gelten.

---

waren als eine rudimentäre Andeutung derselben vorhanden. Dafür aber waren die Keimlinge bis unter diese Zäpfchen, in welche sie beinahe unvermittelt übergingen, relativ um so breiter. Einen der Keimlinge stellt Fig. 13 dar. Er zeigt die mehr oder minder unterdrückte Ausbildung der haarspitzenartigen Enden und überdies eine Gabelung an der einen Seite. Das Wachsthumsbestreben und der in der Zelle herrschende Turgor haben offenbar gleich unter der am weiteren Wachsthum verhinderten Spitze eine Ausstülpung getrieben, die beinahe das Ansehen des primären Endes selbst gewonnen hatte und so den Eindruck eines Dedoublements bietet.

[1]) Die Theilung der Zellkerne habe ich zwar nicht beobachtet, doch fand ich Stadien, in denen je 2 Kerne unmittelbar neben einander lagen, während später die Kerne in ungefähr gleichen Abständen von einander stehen; und zwar befinden sich solche nebeneinander liegende Kerne immer in Keimlingen, deren Kernzahl im Verhältniss zur Grösse des Keimlings gross erscheint. Dies, sowie die regelmässige, progressionsweise Zunahme der Kerne spricht dafür, dass die Kernvermehrung durch Kerntheilung erfolgt, wie dies ja auch allgemein gilt.

Bei der Zelltheilung sind die Kerne, wie dies Schmitz auch für andere vielkernige Thallophyten nachgewiesen hat, nicht betheiligt.

Was das Auftreten der ersten Zelltheilung im Keimling anbelangt, so erfolgt diese ziemlich spät und zwar in der Regel um so später, je üppiger der Keimling. Keimlinge von 3,5 *mm* Länge besassen meist noch keine Theilung. Der Ort, wo die erste Querwand auftritt, ist durchaus nicht bestimmt; sie kann nahe der Mitte stehen, aber auch dem einen Ende sehr genähert, so dass sie das eine Drittel der Gesammtlänge von den übrigen zweien theilt, und ich habe Fälle gesehen, wo die zweite Theilwand dann in dem kleineren der so vorhandenen Fadenabschnitte auftrat (Fig. 15 *d*). Bei ungünstigen Vegetationsbedingungen kann auch ein relativ kleiner Keimling schon mehrere Theilungen haben. So ist es bei dem Keimling *f* der Fig. 15, der in einer Recklinghausen'schen Kammer gezogen worden war. Die Fig. 15 soll das Schwankende im Auftreten der ersten Theilungswände des Keimlings veranschaulichen; die Keimlinge sind in den Linien in 10facher Längenvergrösserung dargestellt.

Varietätscharakter.

Am Schlusse sollen noch einige Merkmale unserer *Sphaeroplea*, die sie noch ausser der charakteristischen Querwand- und Balkenbildung von der *Sphaeroplea annulina* Ag. unterscheiden, hervorgehoben werden. Ein solches ist die weit hellere, hell mennigrothe Färbung der Dauersporen, die bei der Cohn'schen *Sph. annulina* zinnoberroth erscheint. Ferner giebt Cohn für die *Sphaeroplea annulina* an, dass zur Zeit da in den Zellen die eigenthümlichen Oeffnungen zum Aus- und Eintritte der Spermatozoiden entstehen, eine eigenthümliche Umänderung der Substanz der Zellwand sich geltend mache, der zufolge sie nicht mehr Cellulose-, sondern Amyloid-Reaction gebe, sich also mit Jod allein schon purpurroth oder violett färbe. Diese Reactionsänderung zeigten die Zellwandungen unserer *Sphaeroplea*, auch zur Zeit, da sie schon reife Dauersporen enthielt, nicht[1]).

Möglicherweise sind auch Unterschiede in der Gestalt der Spermatozoiden vorhanden (vergl. S. 439).

Alle diese Momente würden jedoch zur Begründung einer Varietät nicht ausreichen, wohl aber scheint die eigenthümliche Gestaltung der Querwände und die Neigung zur Bildung von Cellulosezapfen im Zusammenhang mit der damit verbundenen Art der vegetativen Vermehrung, eine auf dem Wege der Variation entstandene Eigenthümlichkeit zu sein, und wir sehen es daher für zweckmässig an, unsere

---

[1]) Uebrigens dürfte das Cohn'sche Reactionsresultat wohl darin seine Erklärung finden, dass eine ältere Jodauflösung benützt worden war, in der sich Jodwasserstoffsäure gebildet hatte, welche bekanntlich auf Cellulosemembranen wie ein Gemenge von Jod und Schwefelsäure einwirkt.

Sphaeroplea als *Sph. annulina* Ag. Var. *crassisepta* mihi, zu bezeichnen. Der Rabenhorst'schen[1]) Genus-Diagnose wäre die Varietäts-Diagnose beizufügen: Septis crassis, quorum in medio crebro coni vel colliculi prominent; saepius et aliis locis in cellula annuli, aut coni, aut striae cellulosae materiae excrescunt. Fila facile articulatim dilabuntur, quo modo egregia vegetativa propagatio evenit.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren wurden mit der Camera lucida entworfen.

Fig. 1. (a—c.) Gestalt der Querwände und die ihnen aufsitzenden Zapfenbildungen (310), d eine auf dem Stadium eines Celluloseringes verbliebene Zelltheilung von der Fläche gesehen (480).

Fig. 2. Stück eines Zellfadens mit abnormer Ausbildung von Cellulose-Riefen und Zäpfchen (310).

Fig. 3. Stück eines Zellfadens, mit an die Querwand beiderseits anschliessendem Cellulosepfropf. Die Längswände sind ob Behandlung mit Reagentien gequollen und zeigten schöne Schichtung (480).

Fig. 4. Eine unvollständige Abgliederung von Fadenstücken an einer Theilungswand (480).

Fig. 5 (a, b). Successive Stadien abgegliederter Fadenenden (310).

Fig. 6. Stück eines Keimlings mit einer Bruchstelle; die Theile rechts und links von letzterer schliessen sich durch Membranbildung ab (310).

Fig. 7. Stück eines *Sphaeroplea*fadens, welches die Anordnung des Zellinhaltes und die durch Haematoxylinfärbung hervortretenden Zellkerne zeigt. A = Amylumkugeln (480).

Fig. 8. Unbefruchtete und befruchtete Oosphaeren mit tingirtem Zellkern (310).

Fig. 9. Mit Hämatëin-Ammoniak gefärbte Spermatozoiden (620).

Fig. 10. Zellfadenstück mit Spermatozoiden-Bildungsherden; Präparat tingirt mit Hämatëin-Ammoniak (310).

Fig. 11. Beginn der Kernvermehrung in den Plasmaringen männlicher Zellen (310).

Fig. 12. Stück eines *Sphaeroplea*fadens mit keimenden Dauersporen. Bei a undeutliche Abgrenzung der Plasmaportionen der einzelnen Schwärmer, bei b eine Dauerspore in welcher 2 Schwärmer gebildet wurden, bei c, Austritt des ersten Schwärmers der vorderen Spore — die Schwärmer der rückwärtigen sind bereits in die Zwischenräume im Zellfaden ausgetreten (480).

Fig. 13. Innerhalb des Zellfadens ausgewachsener Keimling mit, ob der Raum-Beschränkung, monströser Ausbildung (220).

Fig. 14 (a—d). Keimlinge, auf einander folgender Altersstufen, welche die successive, progressionsweise Zellkernvermehrung zeigen (310).

Fig. 15. Schematische Darstellung des Auftretens der ersten Theilungswände im Keimling. Die Keimlinge sind durch die Linien in 10facher Längenvergrösserung gegeben

Fig. 16. Reife Dauerspore (310).

Fig. 17. Schwärmspore (480).

---

[1]) Flora Europaea Algarum, Sectio III., Lipsiae 1868 pag, 318.

Sitzung vom 30. November 1883.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Dr. **Krätzschmar** in Göttingen (durch Reinke und Schwendener).
Dr. **Hentze** in Göttingen (durch Reinke und Schwendener).
Dr. **Oscar Schmidt**, Berlin N., Schwedterstr. 35a (durch Schwendener und Westermaier).

Herr **Tschirch** legt der Gesellschaft eine Anzahl Chlorophyllpräparate (Reinchlorophyll und Derivate desselben) vor.

Herr **O. Müller** demonstrirt das Drahtmodell eines Chromatophors von *Pleurosigma angulatum* Sm.

Mitglieder-Liste. (Schluss)*).

Askenasy, Dr. **Eugen**, ausserordentl. Professor der Botanik in Heidelberg, Bergheimerstr. 18.
Athenstädt, Dr. **W.**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut in Göttingen.
Heiligenstadt, **C.** stud. phil. in Berlin N., Kesselstr. 24 I.
Kohl, Dr. **F. G.** in Marburg, Ketzerbach.

---

*) Dem letzten Hefte dieses Bandes wird eine vollständige von den Mitgliedern selbst revidirte Mitgliederliste beigegeben werden.

Mittheilungen.

58. A. Winkler: Bemerkungen über die Keimpflanze und die Keimfähigkeit des Samens von Tithymalus Cyparissias Scop.

Eingegangen am 26. October 1883.

In den Abhandlungen des naturw. Vereins zu Bremen, Bd. 5, 1877, habe ich bereits einige Mittheilungen über die Keimpflanze des *Tithymalus Cyparissias* Scop. gemacht. Weitere Beobachtungen veranlassen mich diese Mittheilungen wieder aufzunehmen und zu vervollständigen.

Eine genaue Beschreibung des Keimlings hat Th. Irmisch (Ueber die Keimung und die Ergänzungsweise von *Convolvulus sepium* u. s. w., in Bot. Ztg. Bd. 15, 1857, Sp. 470) gegeben. Die verkehrt-eilanzettlichen oder schmal-elliptischen Keimblätter haben keinen deutlich abgesetzten Stiel, sind aber breiter und mindestens ebenso lang, als die nachfolgenden Laubblätter. Während sie sich in ihren Dimensionen ziemlich gleich bleiben, variiren die Laubblätter in Hinsicht auf ihre Breite, wie dies ja auch bei blühbaren Exemplaren der Fall ist.

Im Herbste 1872 erhielt ich frisch gesammelten Samen aus der Umgegend von Potsdam, und säte ihn im Frühjahr 1873 in einem Topfe aus. Da er bis zum Spätherbste nicht aufgegangen war, liess ich den Topf den Winter über kalt und trocken stehen und säte dann im Frühjahr 1874 *Potentilla argentea* L. dazu, 1875 *Centaurea Cyanus* L., 1876 *Fragaria elatior* Ehrh., 1877 *Hieracium umbellatum* L. — Bei allen diesen Aussaaten kam es mir nur auf die Beobachtung der Keimpflanzen an, und dieser Zweck war bis zum Herbste eines jeden Jahres erreicht.

Mit dem *Hieracium umbellatum* L. (1877) zugleich, also erst nach 4 Jahren, gingen die ersten 5 Körner des *Tithymalus* auf. Unter ihnen fand sich, beiläufig, auch ein tricotyles Exemplar, welches ich in den Bremener Abhandlungen, Taf. 11, abgebildet habe.

Die Hauptmasse keimte indessen erst im Jahre 1880, nachdem ich inswischen 1878 *Nasturtium officinale* R. Br., 1879 *Erigeron acer* L. gezogen, und 1880 *Cardamine chelidonia* L. dazu ausgesät hatte. Die Letztere interessirte mich, als nicht dem Koch'schen Florengebiete angehörig, und da ihre Keimlinge etwas Besonderes nicht boten, weniger;

ich zog also die aufgegangenen Exemplare aus, sobald dazwischen *Tithymalus* in grösserer Anzahl erschien, und liess diesen zur vollen Entwickelung kommen. Seitdem sind aber noch im Jahre 1883 einzelne Exemplare zur Keimung gelangt, und ob dieses nachträgliche Keimen hiermit seinen Abschluss erreicht haben wird, ist zudem fraglich. Ich habe leider versäumt, die Körner bei der Aussaat zu zählen.[1])

An den zuerst (1877) aufgegangenen Exemplaren bemerkte ich, dass die Spitze der epicotylen Achse nach dem Auftreten der ersten Laubblätter nicht aufrecht stand, sondern sich in einem fast spitzen Winkel zur Seite bog.[2]) Im Laufe des weiteren Wachsthums streckte sich die Achse, während die Spitze immer gebogen blieb. Der ursprünglich spitze Winkel ging aber allmählich in einen rechten, später in einen stumpfen über, bis er sich am Schlusse der Vegetationsperiode ganz verlor, und die Pflanze durchweg gerade aufrecht stand. Bei den später aufgegangenen und bei wild gewachsenen Exemplaren habe ich diese eigenthümliche Erscheinung, deren Grund ich übrigens nicht zu erklären vermag, nicht wahrgenommen.

Hierbei bemerke ich, dass ich immer dieselben Töpfe benütze, die Erde niemals wechsle oder auffrische, und dass die Töpfe in jedem Winter kalt und trocken stehen, so dass der darin zurückgebliebene Same höchstens in seiner Lage verändert wird. Es ist dies eine Cultur-Methode, welche wohl kaum anderwärts zur Anwendung kommt, welche aber zur Beurtheilung der Keimfähigkeit des Samens und seines Verhaltens nach der Aussaat von wesentlichem Nutzen ist. — Der Hinzutritt jüngeren Samens, wie er bei der Aussaat im freien Lande oder in der freien Natur, namentlich in einer Reihe von Jahren immerhin stattfinden kann, ist hier völlig ausgeschlossen.

Bei dieser Methode habe ich die alte Erfahrung bestätigt gefunden, dass der Same der perennirenden Leguminosen oft mehrere Jahre in der Erde liegt, bevor er keimt, und dass dies sogar nur mit einem ganz geringen Procentsatze geschieht, dass also der grösste Theil — zuweilen die ganze Aussaat — zu Grunde geht, oder überhaupt keine Keimfähigkeit erlangt hat. Es liegt dies nicht an der Culturmethode, sondern trifft auch ebenso in der freien Natur zu. An Orten, an denen beispielsweise *Astragalus glycyphyllos* L., *Genista tinctoria* L., *Trifolium medium* L. u. A. massenhaft wuchsen, habe ich doch äusserst selten eine Keimpflanze gefunden. Von *Lathyrus silvester* L. nie.

---

1) *Euphorbia exigua* L. ist übrigens, unter denselben Verhältnissen, erst nach 9 Jahren aufgegangen, was freilich bei Acker-Unkräutern keine seltene Erscheinung ist. Eine Nachkeimung hat dann nicht stattgefunden

2) Dieses Verhalten zeigte sich auch bei dem, in der allegirten Tafel dargestellten tricotylen Exemplare.

Andere Pflanzen keimen wieder nicht gleichzeitig, d. h. nicht sämmtlich in demselben Jahre, in welchem sie ausgesät worden, sondern immer nur mit einem aliquoten Theile, in einer Reihe auf einander folgender Jahre. Hierher gehören z. B. *Reseda lutea* L., *Dianthus Armeria* L., *Malva moschata* L. u. A.

Freilich kann auch der Fall vorkommen, dass zwei gleichzeitig aufgegangene, in verschiedenen Jahren eingesäte Samen eines verschiedenen Feuchtigkeits-Grades zu ihrer weiteren Entwickelung bedürfen, wie *Chenopodium polyspermum* L. und *Alyssum saxatile* L. Dann muss natürlich eines der beiden Keimlinge, welches zur Zeit das geringere Interesse bietet, dem andern weichen.

Was nun das Verhalten der im freien Zustande gewachsenen Keimpflanzen betrifft, so ist es im Wesentlichen mit dem der gezogenen gleich. Ich fand solche Exemplare zuerst, sparsam, um Kösen, später auch an anderen Orten Thüringens (Lobenstein, Liebenstein). Nirgends aber standen die Keimlinge in unmittelbarer Nähe der alten Stöcke, sondern nur auf lockerem Boden, in einer kleinen Vertiefung desselben, am Rande eines frisch aufgeworfenen Grabens u. s. w. Am Auffallendsten trat dies bei Lobenstein hervor. Hier wächst der *Tithymalus Cyparissias* auf dem trockenen, steinigen Gipfel des Gallenberges reichlich, ohne dass ich indessen während dreier Sommer auch nur eine einzige Keimpflanze gefunden hätte. Von dort war aber im letzten Sommer Erde und Gerölle abgenommen und zur Anlegung eines neuen Promenaden-Weges wenige Schritte tiefer gekarrt worden. Auf dieser immerhin noch lockeren und durch einen vorhergegangenen Regen erweicht gewesenen Aufschüttung, in deren nächster Nähe sich kein alter Stock befand, waren gegen hundert Pflanzen aufgegangen und befanden sich in allen Entwickelungsstufen. Bei meiner Abreise hatte sogar der grösste Theil seinen erstjährigen Vegetations-Process bereits beendet. Dass der Wind den Samen dorthin zusammengeweht hätte, ist bei der ziemlichen Schwere der Körner, und da ihnen jeder Flug-Apparat fehlt, nicht denkbar. Es lässt sich also nur annehmen, dass der Boden um die alten Stöcke, wie bei Kösen und Liebenstein, zu fest und trocken war, um den Regen durchzulassen und den ausgefallenen Samen zur Keimung zu bringen. Ein wesentliches Erforderniss scheint allerdings eine tief in lockeren Boden dringende Feuchtigkeit zu sein, aber es würde dies immer noch nicht erklären, weshalb bei der Cultur das eine Exemplar in diesem Jahre, das andere erst nach 2, 3 und 4 Jahren aufging, obgleich die Bedingungen für alle Exemplare dieselben waren.

Das Eine ist nur mit Sicherheit anzunehmen, dass der Same eine Reihe von Jahren seine Keimfähigkeit behält, wenn er im Boden liegt, wenn er auch dabei langen Perioden von Trockenheit und Feuchtigkeit ausgesetzt ist. Wie lange er keimfähig bleibt, wenn er unausgesetzt trocken aufbewahrt wird, muss ich unentschieden lassen.

Nach der Menge zu urtheilen, war bei Lobenstein ohne Zweifel der Same mehrerer Generationen aufgegangen. Für die Erhaltung der Art liegt hierin ein grosser Vortheil, worauf schon Haberlandt[1]) aufmerksam gemacht hat. Der Same behält seine Keimfähigkeit so lange, bis ihm die nothwendigen Bedingungen zur Keimung gegeben werden.

Wenn Irmisch am Schlusse seiner Notiz über *Tithymalus* angiebt, dass auf der hypocotylen, meist roth überlaufenen Achse, besonders da, wo sie dem Boden nahe ist oder in ihn eintritt, und selbst auf der Hauptwurzel Adventivknospen erscheinen, welche indessen im ersten Sommer nicht auswachsen, so fand ich dies bei einem grossen Theile der gezogenen sowohl als der im Freien beobachteten Exemplare bestätigt. Von den oberirdischen hypocotylen Knospen brachten es nur wenige bis zu einem kurzen Spross mit zwei Paaren unbedeutender schuppiger Niederblätter; die übrigen blieben bei einem Paare stehen. Leider verhinderte mich meine Abreise von Lobenstein im Spätherbste, zu beobachten, ob die Pflanze gegen den Winter hin bis auf den Boden abstirbt, so dass ihre Erhaltung nur durch die Wurzelknospen erfolgt, oder ob auch die höher hinauf stehenden Adventivknospen erhalten bleiben und im Frühjahre die zurückgebliebene Vegetation fortsetzen.

Jedenfalls aber gehört *Tithymalus Cyparissias* zu den *Tithymalus*-Arten, welche hypocotyle Sprosse bilden.

59. F. Hildebrand: Ueber einige Bestäubungseinrichtungen.

(Mit Tafel XIII, Fig. 1—9.)

Eingegangen am 27. October 1883.

1. Salvia carduacea. (Tafel XIII, Fig. 1 und 2.)

Von den in Pringsheim's Jahrbüchern, Band IV, S. 451, vor längerer Zeit beschriebenen Bestäubungeinrichtungen bei Arten von *Salvia* hat sich seitdem bei anderen Arten dieser grossen Gattung nichts besonders neues abweichendes gefunden, obgleich seitdem noch eine Reihe anderer Salvien untersucht wurden. Es dürfte daher von Interesse sein, auf eine neue Einführung, nämlich die *Salvia carduacea* aufmerksam zu machen, welche eine von anderen *Salvia*arten abweichende Einrichtung in Bezug auf Form, Stellung und Beweglichkeit der Staubgefässe zeigt.

---

[1]) Die Schutz-Einrichtungen in der Entwickelung der Keimpflanze. Eine biologische Studie. Wien 1877.

Die hellviolettblauen Blüthen dieser wegen ihres distelartigen Ansehens mit Recht *Salvia carduacea* genannten Art, sitzen zuerst in einem halbkugeligen Köpfchen, welches aber später durch Weiterentwickelung der im Centrum dieses Köpfchens befindlichen Hauptachse durchwachsen wird; am Ende der letzteren steht dann ein neues Köpfchen, welches seinerseits noch wieder bei kräftiger Vegetation der Pflanzen durchwachsen werden kann.

Die Kelche der dicht gedrängt stehenden Blüthen sind zottig behaart, wodurch alle Blüthen an ihrer Basis eine Verfilzung untereinander zeigen, aus welcher hintereinander die zu verschiedenen Zeiten sich entfaltenden Blumenkronen hervortreten. Die Oberlippe dieser ist hier nicht helmförmig, sondern ziemlich flach ausgebreitet, am oberen Rande gefranzt und in dessen Mitte etwas getheilt. Die Unterlippe hat 2 seitliche kurze zugespitzte Zipfel und einen mittleren verbreiterten welcher, am Rande tief gefranzt, nach oben umgeschlagen ist. An der Basis der 2 seitlichen Lappen dieser Unterlippe sitzen die 2 ausgebildeten Staubgefässe. Die Rudimente der 2 abortirten sind nur ganz schwach, als kleine wenig hervortretende Knöpfchen ausgebildet, sie liegen unterhalb der Mitte, wo die Oberlippe der Blumenkrone sich an die Unterlippe anschliesst, bei der Seitenansicht werden sie von dem kleinen Schenkel der ausgebildeten Antheren versteckt, sind also in Fig. 2 nicht zu sehen. Der vordere etwa 12 *mm* lange Schenkel der ausgebildeten Staubgefässe steht weit aus der Blüthe hervor, und der an seiner Spitze befindliche Antherentheil ist mit seinem Riss der Mittellinie der Blumenkrone zugekehrt. Dicht über der Basis dieses langen Schenkels entspringt ungefähr unter einem rechten Winkel der andere kürzere mit dem ersteren und dem unteren Theile des Staubgefässes fest verbunden; er ist nur 4 *mm* lang, seine Anthere etwa nur $\frac{1}{4}$ so gross wie die des längeren Schenkels und derartig mit ihrem Risse gerichtet, dass der austretende, wie bei der Anthere des längeren Schenkels mennigrothe Pollen sich gerade dicht über dem Eingang in die mit einem schiefen Haarring verschlossene Blumenkronröhre befindet. Das von vielen anderen *Salvia*arten abweichende liegt hier in der Unbeweglichkeit der Staubgefässe; dieselben nehmen dafür eine für die Bestäubung sehr günstige Lage ein: die einen, weit vorliegenden Antherentheile streichen ihren Pollen den an der Blüthe anlangenden Bestäubern rechts und links an, während die über dem Eingang in die Blumenkronröhre liegenden denselben ihren Pollen von oben her aufstäuben. Beim Aufgehen der Blüthe, welches bei dem im Freiburger botanischen Garten kultivirten Exemplaren gegen Abend stattfand und wobei die Antheren sogleich aufplatzten, liegt der Griffel mit ungespaltener Spitze nahe an der Oberlippe der Blumenkrone. Erst später neigt sich der Griffel nach vorne über, und nun spalten sich nach rechts und links, nicht wie sonst nach oben und unten, die Narbenlappen auseinander, liegen jedoch so, dass der Pollen von den aus den Blüthen hervortretenden Antherentheilen nicht von selbst auf sie gelangen kann. An Blüthen, welche Mitte Juni gegen Abend sich öffneten, waren erst am zweiten Morgen die Narbenlappen entfaltet und an die zur Bestäubung geeignete Stelle getreten. Die Blüthen der *Salvia carduacea* sind also ausgesprochen vormännlich.

Auch die Blattstellungsverhältnisse dieser *Salvia*art sind bemerkenswerth, sowohl an den vegetativen Theilen wie am Blüthenstande. Auf die 2 Cotyledonen folgen 6 wie in einen Wirtel gestellte schrotsägige Laubblätter, aus 3 Paaren opponirter Blätter gebildet, von denen das dritte Paar nicht über dem ersten steht, wie bei anderen Labiaten. Es hängt dies offenbar damit zusammen, dass diese Blätter ohne Streckung der Stengelglieder dicht aufeinander folgen und so eine andere Stellung einnehmen müssen, um gehörig beleuchtet zu werden. Nach den sechs Laubblättern verlängert sich die Achse und nun folgt ein Wirtel von 6 dornig gezähnten, rückwärts gebogenen, ober- und unterseits wollig behaarten Hochblättern, in deren Achseln die stiellosen Blüthen dicht gedrängt stehen; nun eine weitere kurze Streckung der Achse, und dann ein zweiter Wirtel von 6 Hochblättern, dessen Glieder gerade über denen des vorhergehenden Wirtels stehen. Bei kräftigen Pflanzen folgt dann, wie schon oben angedeutet, noch ein dritter 6 zähliger Hochblattwirtel und wohl gar auch noch ein vierter. Solche kräftigen Pflanzen zeigen ausserdem auch noch an ihrer Basis aus der Achsel zweier opponirter Blätter hervortretende Seitensprossen, welche auch ihrerseits nach Streckung ihrer Achse mit einem Blüthenstande abschliessen.

2. **Sarracenia purpurea.** (Taf. XIII, Fig. 3—6.)

Zwar findet man an verschiedenen Orten, wo von den bekannten Blattschläuchen der *Sarracenia purpurea* die Rede ist, auch deren Blüthen abgebildet, diese Abbildungen sind aber sehr mangelhaft, theilweise stellen sie sogar Blüthen in verwelktem oder verzogenem Zustand ihrer Blätter dar, jedenfalls kann man aus diesen Abbildungen, die allerdings von der complicirt gebauten Blüthe schwierig zu geben sind, keine Erkenntniss von den Bestäubungseinrichtungen erlangen; diese müssen an den frischen Blüthen untersucht werden, was, soviel sich übersehen lässt, bis dahin noch nicht geschehen, so dass eine Beschreibung dieser Verhältnisse nicht überflüssig sein dürfte. Die an langem, aufrechtem, oben umgebogenem Stiele überhängende, mit ihrem Gipfel also nach unten gekehrte Blüthe, hat 3 kleine Vorblätter, Fig. 5b, an welche sich unmittelbar die 5 Kelchblätter anschliessen; diese haben eine ungefähr rhombische Gestalt, von ihrer Basis her steht die untere Hälfte horizontal vom Blüthenstiel ab, während sie von der Mitte her senkrecht abwärts gebogen sind; aussen sind sie dunkelpurpurn gefärbt. Die 5 abwechselnd mit ihnen stehenden Blüthenblätter, haben einen unteren bauchigen Theil, welcher hellgelb gefärbt ist und die halbkugelig zusammengestellten Antheren umgiebt, Fig. 5, während ihr oberer Theil etwas verbreitert ist, an seiner Spitze eine Abrundung zeigt und eine purpurne Färbung hat, sowohl innen wie aussen, welche etwas heller ist, als die der Klechblätter. Dieser obere Theil schliesst an den unteren mit einer derartigen Umbiegung an, dass seine abgerundeten Spitzen sowohl sich gegenseitig überdecken, als auch eine Decke über das schirmartige Ende des Griffels bilden. Durch diese Deckungsverhältnisse kommt es, dass die Blüthe, wenn sie vollständig entfaltet ist, den Eindruck macht, als ob sie sich noch im Kospenzustande befände, Fig. 3 und 4, und hierdurch wird es vielleicht erklärlich, dass in einigen Abbildungen die verwelkenden Blüthen, bei denen die Blüthenblätter schlaff herunterhängen und in dieser Weise mehr das Innere der Blüthe sehen lassen, als Blüthen, auf der Höhe der Entwickelung stehend, dargestellt werden.

Von dem unteren Theil der Blüthenblätter wird nun, wie schon gesagt, ein halbkugliger Hohlraum gebildet, welcher die zahlreichen Staubgefässe, deren Filamente ganz kurz sind, umschliessen, während diese ihrerseits die untere Hälfte des kugligen Fruchtknotens verdecken. Der cylindrische Griffel dieses letzteren geht an seiner Spitze in eine gelblichgrün gefärbte Ausbreitung aus, Fig. 4 und 5 *st*, welche am besten mit einem umgekehrten fünfsprossigen Regenschirm verglichen werden kann. Die 5 Zipfel dieses Schirmes gehen aber nicht in Spitzen aus, sondern zeigen im Gegentheil eine kleine Ausrandung; sie stehen den Zipfeln des Kelches gerade gegenüber, wie in Fig. 4 durch die punktirte Linie angedeutet ist. Innerhalb dieses Schirmes befindet sich nun unterhalb jeder seiner ausgerundeten Spitzen ein kleines vorspringendes Zäpfchen, Fig. 6, welches an der Oberseite nach seiner Spitze zu die Narbenpapillen trägt, auf welche nun, wie ein Blick auf die Fig. 5 lehren wird, kein Pollen aus den Antheren von selbst gelangen kann, weder direkt, noch dann, wenn er aus den Antheren in den Narbenschirm hinuntergefallen.

Die gegenseitige Stellung der Blüthentheile ist nun eine derartige, dass, wenn die Antheren schon geöffnet sind, der Pollen aus ihnen in den Schirm gefallen ist und auch schon die Narbenpapillen entwickelt sind, die Blüthe noch nicht vollständig geöffnet erscheint, denn man sieht nur 5 kleine ziemlich verborgene Oeffnungen als Eingänge in ihr Inneres führen. Diese Eingänge liegen zwischen je 2 Blüthenblättern, einem Kelchblatt und einem Zipfel des Narbenschirms derartig, dass, wenn ein Bestäuber in die Blüthe durch einen derselben eindringt, er die ihm oberseits am Zäpfchen der Schirmsprosse entgegenstehende Narbenfläche berührt und auf ihr so den etwa mitgebrachten Pollen lassen kann; erst beim weiteren Eintritt in den Narbenschirm gelangt der Bestäuber in den Grund desselben, wo der Blüthenstaub angehäuft liegt; wenn nun der Rückweg durch eine der beschriebenen Oeffnungen angetreten wird, so ist es nicht durchaus nothwendig, im Gegentheil unwahrscheinlich. dass der dem Bestäuber nun anhaftende Pollen auf die Narbe derselben Blüthe gelange, indem der Bestäuber seitwärts von dem ihnen entgegenstehenden Zäpfchen hinauskriechen und so die an der Oberseite dieses Zäpfchens befindlichen Narbenpapillen nicht berühren wird.

Hiernach gehört *Sarracenia purpurea* zu denjenigen Pflanzen, bei denen Pollen und Narbe zu gleicher Zeit in einer und derselben Blüthe entwickelt sind, aber nicht ohne fremde Beihülfe der Pollen auf die Narbe gelangen kann, welche Hülfe bei der Configuration der Blüthentheile vorzugsweise so stattfinden wird, dass dabei die Narbe der einen Blüthe mit dem Pollen einer anderen bestäubt wird.

Heteranthera reniformis. (Tafel XIII, Fig. 7—9.)

Eigenthümliche Verschiedenheiten in der Bestäubung zeigen die Blüthen von *Heteranthera reniformis*, welche in ähnlicher Weise im Freiburger botanischen Garten beobachtet wurden, wie dies schon von Fritz Müller in Brasilien geschehen, von welchem auch die Samen zu den hier beobachteten Pflanzen herrühren. Die Blüthe hat ein unten röhriges, leicht mit einem Blüthenstiel zu verwechselndes Perigon, welches, in der Röhre den Fruchtknoten einschliessend, oben in 6 Zipfel ausgeht, 3 äussere und 3 innere, alle Zipfel sind hellblau gefärbt, nur der obere von den drei inneren trägt ein Saftmal in der Weise, dass er an seiner Basis gelb gefärbt ist, woran sich nach oben ein dunkelvioletter halbkreisförmiger Fleck anschliesst. Abwechselnd mit den 3 inneren Zipfeln des Perigons sind an der Basis jener 3 Staubgefässe eingefügt, die 2 oberen mit kleinen gelben Antheren, die 1 untere mit doppelt so langer blauer Anthere. In der Mitte steht der Griffel mit schwach dreispaltiger Narbe. Schon ehe die Blüthe ganz aufgeht, öffnen sich die Antheren, aber schon vorher hat sich die grosse von dem früher ihr anliegenden Griffel so nach rechts hin entfernt, während dieser beim Aufblühen sich nach links biegt, Fig. 8, dass der Pollen nicht direkt auf die Narbe gelangen kann. Wenn dann durch vollständiges Oeffnen der Blüthe Narbe und Antheren den Bestäubern zugänglich werden, so werden diese im gewöhnlichen Lauf der Dinge die Bestäubung theils mit dem eigenen Pollen der Blüthe, jedenfalls auch mit dem aus einer benachbarten Blüthe mitgebrachten vollziehen. Ausser diesem Verhältniss, bei welchem die Fremdbestäubung begünstigt, die Selbstbestäubung vermieden erscheint, finden sich nun aber in sehr interessanter Weise verschiedene Arten von Selbstbestäubung: 1. Es wird unfehlbar beim Schliessen der Blüthe der Pollen aus der grossen blauen Anthere, wenn solche noch vorhanden, auf die Narbe gebracht durch einfaches Anlegen beider Organe an einander. 2. Noch vor dem Schliessen der Blüthe biegen sich manchmal grosse Anthere und Narbe gegeneinander und der Pollen gelangt so auf letztere. 3. Manchmal, besonders bei trübem Wetter, bleiben die unteren Blüthen des ährigen Blüthenstandes in der dieser ursprünglich einhüllenden Scheide stecken und die lange Anthere biegt sich nicht von der Narbe ab, so dass der Pollen, wenn sie sich öffnet, direkt auf letztere gelangt. 4. Der Griffel bleibt in einzelnen seltenen, von Dr. A. Franke beobachteten Fällen so kurz, dass, wenn die Blüthen sich nicht öffnen, der Staub aus den gelben Antheren auf die Narbe gelangt. Es findet also unausbleiblich und zwar in sehr verschiedener Weise Selbstbestäubung statt und die Folge davon ist auch, dass jede Blüthe Frucht ansetzt. Nach der Bestäubung biegen sich die Blüthenstände, welche sich zum Behufe des Aufblühens am Morgen über die Wasserfläche erhoben haben, wieder unter diese zurück in das schützende Wasser hinein, am unteren Theil von der häutige Scheide eingehüllt. Wenn die Früchte dann reif sind, so sprengen sie ganz regelmässig an der der Blüthenstandsaxe zugekehrten Seite die sie bis dahin umgebende Perigonröhre auf, und es gewinnt in dieser Weise täuschend das Ansehen, als ob sie in der Achsel eines Deckblattes ständen, während sie vorher, als sie von den Resten der 6 Perigonzipfel gekrönt waren, den Eindruck unterständiger Fruchtknoten machten.

Die Keimpflanzen von *Heteranthera reniformis* zeigen, wie schon Fritz Müller nach einer brieflichen Mittheilung beobachtete, die ähnlichen Verhältnisse, wie diejenigen, welche sich bei der Keimung von Samen und Knollen bei den *Sagittaria*arten zeigen, indem die ersten untergetauchten Blätter grasartig lineal sind und erst die späteren durch allmälige Uebergänge die nierenförmige Gestalt annehmen, wie wir sie an den schwimmenden oder über das Wasser sich erhebenden Blättern der erwachsenen Pflanze sehen.

60. F. Hildebrand: Ueber die Samen von Acacia Melanoxylon.

(Mit Tafel XIII, Fig. 10—13).

Eingegangen am 27. October 1883.

Es ist bekannt, dass an den Samen die Flugeinrichtungen in sehr verschiedener Weise zu Wege kommen, aber ein Fall, wo eine Beflügelung durch den Funiculus hervorgebracht wird, dürfte noch nicht zur allgemeinen Kenntniss gekommen sein. Es geschieht dies bei der *Acacia Melanoxylon*, deren Samen Professor Langerhans, weil sie ihm sehr auffielen, aus Madeira sandte. Beim ersten Anblick glaubt man, dass der scharfe Rand des eiförmigen, plattgedrückten, etwa 4 *mm* langen, nicht ganz 3 *mm* breiten, glänzend schwarzen Samens in einen dunkel fleischfarbenen Flügel ausgehe, welche Art der Beflügelung ja bei sehr vielen Samen, z. B. bei einer Reihe von Cruciferen und Liliaceen sich findet; bei näherer Untersuchung zeigt sich aber, dass der Nabelstrang, an welchem der Samen sitzt, sich in ganz merkwürdiger Weise, wie dies die Figuren 10—13 (Taf. XIII) zeigen, um den Samen hin und her gekrümmt hat, nur dass der Gipfel des letzteren ziemlich frei geblieben ist, so dass es beinahe aussieht, als ob der Same in einer Art von Arillus stecke. Dieser Funiculus, der zur Reifezeit des Samens von schwammig aufgetriebener Natur und daher sehr leicht ist, zeigt, wenn man ihn auseinanderzieht, die ungewöhnliche Länge von etwa 5 *cm*. Wie derselbe sich allmälig zu dieser Länge und Lagerung ausbildet, muss späteren Untersuchungen überlassen bleiben, und es möge genügen, einstweilen auf diese merkwürdige Erscheinung aufmerksam gemacht zu haben.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 und 2. *Salvia carduacea*: Blüthe, sogleich nach dem Aufgehen von vorne und von der Seite im Aufriss gesehen. Natürliche Grösse.

Fig. 3—6. *Sarracenia purpurea:* Blüthen; b Brakteen, c Kelchblätter, p Blumenblätter, st Narbenkopf. Fig. 3: Blüthe von der Seite. Fig. 4: dieselbe etwas gedreht, die punktirte Linie deutet die Umrisse des theilweise verdeckten Narbenkopfes an. Fig. 5: Blüthen im Längsschnitt; die punktirten Linien deuten den Ein- und Austritt der Bestäuber an. Fig. 6: Längsschnitt durch einen Lappen des Narbenkopfes mit der an der Oberseite des vorspringenden Zäpfchens befindlichen Narbenfläche. Nur letztere Figur vergrössert.

Fig. 7—9. *Heteranthera reniformis:* Blüthen in verschieden Stadien des Aufgehens von vorne gesehen in etwa 6facher Vergrösserung.

Fig. 10—13. *Acacia Melanoxylon*: Samen von der Seite gesehen. Fig. 10 in natürlicher Grösse.

61. A. Tschirch: Untersuchungen über das Chlorophyll. (V.)

(Mit Tafel XIV.)

Eingegangen am 10. November 1883.

In einer in diesen Berichten veröffentlichten Arbeit[1]) theilte ich mit, dass ich im Spectrum fast aller gelben Blüthenfarbstoffe den Chlorophyllstreifen I und auch II bis IV mehr oder weniger deutlich gefunden habe und dass ich somit die Annahme Pringsheim's, dass auch diese Farbstoffe die Chlorophyllcharaktere trügen[2]), bestätigen könne. Diese meine Behauptung stützte ich einmal auf die sehr sorgfältig ausgeführte anatomische und mikrochemische[3]) Untersuchung des auf's Peinlichste ausgewählten Materials, die niemals auch nur die geringsten Spuren von Chlorophyll erkennen liess und sodann auf einen Versuch, den ich in obiger Mittheilung zwar nicht mitgetheilt, den ich aber s. Z. auf der diesjährigen Naturforscherversammlung ausführlich besprochen habe.

Ausgehend von der Thatsache, dass Chlorophyll durch Behandlung mit Kalilauge in Aether unlöslich wird[4]), glaubte ich den gelben Farbstoffen, welche bei gleicher Behandlung wenigstens zum grösseren Theil in Aether gelöst bleiben, etwa beigemengtes Chlorophyll mit grösster Leichtigkeit abtrennen zu können, indem ich die concentrirte alcoholische Farbstofflösung mit Kalilauge und Aether schüttelte. Die überstehende

---

1) Band I, Heft 3 u. 4

2) Die Absorptionsspektra der Chlorophyllfarbstoffe. Sitzber. der Berlin. Acad. October 1874, p. 12.

3) Mikrochemisch pflege ich Chlorophyll durch die Hypochlorinreaction mit Eisessig nachzuweisen.

4) Siehe meine oben citirte Mittheilung. S. 173.

gelbe Aetherlösung durfte, wenn Chlorophyll vorhanden war, nun keines mehr enthalten, sondern musste dasselbe vollständig an die Kalilauge abgegeben haben. Die so erhaltenen ätherischen Lösungen zeigten aber nun, ebenso wie die ursprünglichen Farbstofflösungen, vor der Kalibehandlung bei spektroskopischer Untersuchung den Streifen I des Chlorophylls und deutliche Fluorenscenz und so schloss ich denn, dass das Vorhandensein der Chlorophyllmerkmale bei den gelben Farbstoffen nicht von einer Beimengung von Chlorophyll herrühre, sondern eine diesen selbst eigenthümliche Eigenschaft sei.

Eine weitere Verfolgung der Frage, gelegentlich der Reindarstellung der gelben Farbstoffe unternommen, hat mir jedoch gezeigt, dass das Auftreten der Chlorophyllcharaktere bei den gelben Farbstoffen dennoch seinen Grund in dem gleichzeitigen Vorhandensein von sehr geringen Mengen von Chlorophyll, die der anatomischen Auffindung sich völlig entziehen, seinen Grund hat.

Behandelt man nämlich nicht eine Lösung, sondern den Verdampfungsrückstand von Auszügen gelber Farbstoffe, nachdem man dieselben zuvor unter Zusatz von Zinkstaub im Wasserbade erwärmt hat, mit verdünnter Kalilauge¹) und schüttelt das Ganze alsdann mit Aether, so erhält man eine gelbe alkalische Lösung mit deutlichen Chlorophyllcharakteren (Band I natürlich gegen blau verschoben, wie stets in alkalischen Lösungen, vergl. Taf. XIV) und darüber eine gelbe ätherische ohne eine Spur von Band I, nur mit den Bändern in der blauen Spectralhälfte. Diese veränderte Versuchsanstellung basirte auf folgender Erwägung.

Es wäre nicht unmöglich, dass in den Lösungen des gelben Farbstoffs, ja in der Pflanze selbst schon das ursprünglich vorhandene Chlorophyll in Chlorophyllan übergeführt und wegen der gelben Farbe des letzteren übersehen werden könne, denn künstlich hergestellte Gemische von reinen gelben Farbstoffen und Chlorophyllan zeigten, selbst wenn letzteres schon einen ziemlich beträchtlichen Bruchtheil des Gemisches ausmachte, doch noch einen rein gelben, durchaus nicht in's Grüne spielenden Farbenton. Die Dunkelheit von Band II²) und die relative Mattheit von Band III, die ich oft bei gelben Farbstofflösungen von Blüthenblättern beobachtet hatte, schienen gleichfalls mehr auf

---

1) Man kann auch die concentrirte Farbstofflösung mit Zinkoxyd und Kalilauge erwärmen. (Filhol).

2) Die Chlorophyllbänder in der schwächer brechbaren Spectrumshälfte treten übrigens, wie Pringsheim (a. a. O. S. 12 d. Sep.) schon hervorhob, und wie ich in umfassendster Weise bestätigen kann, bei den einzelnen gelben Blüthenfarbstoffen in ausserordentlich verschiedener Stärke auf. Einige zeigen dieselben schon in ganz dünner Schicht, bei anderen treten dieselben erst bei Schichten von 400—500 *mm* in schwachen Andeutungen hervor. Ich sehe darin einen weiteren Beleg dafür, dass sie von verschieden grossen Mengen beigemischten Chlorophylls herrühren.

Chlorophyllan[1]) als auf Chlorophyll zu deuten. Zudem war mir durch meine früheren Untersuchungen bekannt, dass das Chlorophyll äusserst leicht — schon bei Herstellung der alkoholischen Lösungen — in Chlorophyllan übergeführt wird. War dies letztere aber in den Lösungen vorhanden, so wurde es, in Kalilauge so gut wie völlig unlöslich[2]), nicht in die letztere aufgenommen, ging daher bei nachherigem Zusatz von Aether in diesen über und konnte so der Grund des Auftretens des Chlorophyllstreifens werden, den ich bei meiner früheren Versuchsanstellung stets beobachtet hatte. Daher war vorherige Reduktion des event. vorhandenen Chlorophyllans mit Zinkstaub im Wasserbade jedenfalls der Sicherheit wegen geboten Wurde nun in der oben angegebenen Weise die reduzirte Lösung, die nun, wenn Chlorophyllan vorhanden war, sicher Chlorophyll enthalten musste, nach Verjagung des grössten Theils des Lösungsmittels mit Kalilauge und Aether behandelt, so erhielt ich stets nur in der alkalischen Lösung, nie in der ätherischen das Band I des Chlorophylls.

Diese alkalische Lösung fluorescirt auch deutlich, die ätherische dagegen nicht. Die Farbe der ersteren ist gelb. Man könnte daher vielleicht noch im Entfernten daran denken, dass der gelbe Farbstoff durch Kalilauge in einen in Aether löslichen Farbstoff, dem die Chlorophyllcharaktere fehlen und einen in Kalilauge löslichen, der dieselben besitzt, gespalten werde, doch ist die ungezwungenste Erklärung des Versuches sicher die, dass die Kalilauge neben dem Chlorophyll auch einen Theil des gelben Farbstoffes aufgenommen habe und ich stehe nicht an, die von Dippel[3]), Timirjareff[4]), Vogel[5]) und Hansen[6]) ausgesprochene Behauptung, dass das Auftreten der Chlorophyllbänder des rothen Endes bei den gelben Blüthenfarben, ebenso wie bei dem Xanthophyll normaler und herbstlich gelb gefärbter Blätter auf geringe Mengen beigemengten Chlorophylls zu schieben sei, die sich

---

1) Gelegentlich dieser Beobachtung möchte ich darauf hinweisen, dass die Veränderungen die des Chlorophyllspectrum beim Uebergange in das des Chlorophyllans erleidet nicht nur, wie Reinke meint (diese Berichte, Bd. I, p. 404) quantitativer Natur sind, sondern dass auch qualitative Aenderungen: Verrücken der Streifen und Auftreten eines neuen (IVb) vor sich gehen, worauf ich bereits früher (diese Berichte p. 143) aufmerksam gemacht habe. (Siehe auch Taf. XIV).

2) Chlorophyllan wird erst nach längerem Kochen mit Kalilauge — nach Ueberführung in die Chlorophyllansäure (Hoppe Seyler) — unter Bildung chlorophyllansaurer Salze in dieser löslich.

3) Einige Bemerkungen über die Gemengtheile des Chlorophylls. Flora 1878. p. 25.

4) Widerlegung der Untersuchungen von Pringsheim über die gelben Pflanzenpigmente. Arbeit. der St. Petersburger Gesellsch. der Naturforscher VI. (1875) p. XLV (in Just, Jahresber. 1875, p 885).

5) Practische Spectralanalyse. Nördlingen 1877, S. 282.

6) Ueber die Farbstoffe des Chlorophyllkorns. Sitzungsberichte d. Würzburger phys.-medic. Ges. 1883.

zwar, weil wahrscheinlich schon zu gelben Chlorophyllan oxydirt, der direkten makro- und mikroskopischen Wahrnehmung entziehen, die sich jedoch durch das ausserordentlich feine Reagenz der Spectralanalyse mit deren Hülfe wir ja schon so viele bisher übersehene Körper aufgefunden haben, verrathen — durch oben mitgetheilten Versuch als bestätigt zu erachten.

Nichtsdestoweniger bestehen zwischen den gelben Farbstoffen und dem Chlorophyll sicher Beziehungen. Sehen wir doch beim Entwickeln der Blüthen und Reifen der Früchte die Chlorophyllkörper direkt in gelbe Chromatophoren übergehen. Aber auch durch chemische Eingriffe lassen sich gelbe Farbstoffe aus dem Reinchlorophyll abspalten. Behandelt man nämlich eine alkoholische Lösung des nach meiner Methode durch Reduction mit Zinkstaub erhaltenen Reinchlorophylls[1]) mit Barythydrat im Wasserbade so fällt ein smaragdgrüner Niederschlag aus und die überstehende Flüssigkeit wird nahezu farblos. Behandelt man den erhaltenen Niederschlag mit Alcohol, so löst derselbe (neben kleinen Mengen grünen Farbstoffes) vornehmlich den abgespaltenen gelben Farbstoff mit tief orangegelber Farbe auf. Der auf dem Filter zurückbleibende grüne Farbstoff — vielleicht ein Barytsalz — löst sich mit schön smaragdgrüner Farbe leicht in Aether, sehr schwer in Alkohol und Benzin. Sein Spectrum werde ich demnächst beschreiben. Es ist dem des Chlorophylls sehr ähnlich. Mit verdünnter Salzsäure und Aether geschüttelt giebt er an letzteren einen blaugrünen Körper ab, der den Charakter einer Säure trägt.

Ebenso wie bei Behandeln des Reinchlorophylls mit Barythydrat so sehen wir auch bei Anwenduug von Kaliumhydrat, dass ein gelber Farbstoff sich abspaltet, den man, wie ich früher zeigte, in Aether aufnehmen kann.

Demnach sprechen sowohl morphologische als chemische Gründe für eine genetische Beziehung gelber Farbstoffe zum Chlorophyll, wennschon aus den spectralanalytischen Eigenschaften eine solche Beziehung sich nicht erschliessen lässt.

Ich stehe nicht an auch den bei dem mittelst Kalilauge aus dem Roh-Chlorophyll abtrennbaren gelben Farbstoffe (-Xanthophyll), sowie bei dem Erythrophyll beobachteten Streifen in der rothen Spectrumshälfte auf zwar auf keine Weise sichtbare aber dennoch wahrscheinlich vorhandene anhängende Spuren von Chlorophyll zurückzuführen.

Bei dem Etiolin und dem Xylindëin rühren jedoch die Chlorophyllcharaktere nicht von beigemengtem Chlorophyll her, worauf die Unlöslichkeit des letzteren in Alcohol und die Spaltung von Band II beim Etiolin, die Chlorophyll niemals besitzt, deutet.

---

1) Nur Versuche mit Reinchlorophyll sind für die Frage, ob wirklich Abspaltung stattfindet, entscheidend, da Kyanophyll (G. Kraus) stets gelbe Farbstoffe ausser Chlorophyll erhält.

Die oben angegebene Methode kleine Mengen von Chlorophyll von grossen Mengen gelber Farbstoffe zu trennen wird jetzt von mir zur Reindarstellung der letzteren benutzt.

Da das von mir dargestellte Reinchlorophyll Bänder in der stärker brechbaren Spectrumshälfte nicht, sondern nur eine continuirliche Absorption des blauen Endes besitzt (vergl. Taf. XIV), so rühren die beiden Bänder der Chlorophylltinctur im Blau nur von den gelben Farbstoffen (Xanthophyll) her, deren Identität mit den gelben Blüthenfarbstoffen zwar nicht erwiesen aber auch nicht unwahrscheinlich ist[2].

Sonach kämen wir wieder auf die alte, schon so oft behauptete und so oft bestrittene Auffassung von G. Kraus zurück, dass das Blattspectrum durch Uebereinanderlagerung zweier Spectren entsteht, wennschon die Kraus'sche Auffassung dahin berichtigt werden muss, dass das Kyanophyll[3]) keine Bänder im Blau besitzt, sondern diese von beigemengtem Xanthophyll herrühren[4]) und dass andererseits das von Pringsheim am Xanthophyll herbstlich gefärbter Blätter beobachtete Band I in beigemengtem Chlorophyll bezw. Chlorophyllan seinen Grund hat. Dass man im Blattspectrum nicht immer alle Xanthophyllbänder sieht glaube ich mit Recht auf die Verdunkelung des an sich schon dunkelen Blau durch die übergreifende Endabsorption des Reinchlorophylls erklären zu können, durch welche Band VI (2 des Xanthophyllspectrums) gewissermassen „verschlungen" wird[5]). Band V der Chlorophylltinctur (1 des Xanthophyllspectrums) habe ich jedoch — ebenso wie Kraus[6]) und Reinke[7]) — im Blattspectrum stets deutlich gesehen (vergl. Taf. XIV und Generalversammlungsbericht 1883). Hagenbach sah auch Bd. VI.[8])

Die Frage, welche Ursachen es sind, welche die gleichsinnige Verschiebung aller Streifen gegen Roth beim Blatte bewirken, hat mich

---

1) Von einem dritten Bande, als welches die Endabsorption bezeichnet wurde, kann man nicht wohl reden.

2) G. Kraus hält sie aus spektroskopischen Gründen für identisch. Ich habe sie durch die griechischen Buchstaben unterschieden. (Generalversammlungsbericht 1883).

3) Ganz unberechtigt ist der Ausdruck Kyanophyll nicht, da mein Reinchlorophyll einen deutlichen, wennschon sehr geringen Stich ins Blaugrüne besitzt

4) Man muss sich überhaupt stets gegenwärtig halten, dass, wie Pringsheim, Sachsse u. and. hervorhoben, quantitative Trennungen mit der Kraus'schen Benzinscheidungsmethode unmöglich sind.

5) Auf diese Uebereinanderlagerung der Endabsorption des Chlorophylls und der Xanthophyllbänder ist es zurückzuführen, dass, wie Vierordt und Wolkoff (die Lichtabsorption in den Chlorophylllösungen, Heidelberg 1876) fanden, dieser Theil des Spectrums noch stärker absorbirt wird als der dem Bande I entsprechende.

6) Zur Kenntniss der Chlorophyllfarbstoffe. Taf. I, Fig. 5.

7) Die optischen Eigenschaften der grünen Gewebe. Ber. d deutsch. bot. Ges. Bd. I, p. 399.

8) Versuche über Fluorescenz. Pogg. Annal. **146**. (1872.) S. 520.

auch neuerdings beschäftigt. Ich habe schon neulich mitgetheilt, dass ich bei in Glasschalen eingedampftem Reinchlorophyll, sogen. „festem“ Chlorophyll, eine geringe Verschiebung der Streifen gegen Roth beobachtet habe[1]). Eine gleiche Verschiebung findet, — wie Reinke zeigte (a. a. O., S. 407) auch bei in Paraffin gelösten und in diesem erstarrten Chlorophyll statt. — Allein weder bei diesem Paraffinchlorophyll noch bei dem sog. festen ging — und dies muss ich Reinke und Kraus gegenüber hervorheben — die Verschiebung so weit, dass die Bänder an der gleichen Stelle wie im Blatte lagen. Zur Vergleichung eignet sich Band I, obgleich es das Dunkelste ist, nicht, da es sich nach Roth zu bei steigender Schichtendicke ohnedies stark verbreitert (vergl. Taf. XIV; Reinchlorophyll) man also, um sichere Vergleiche anstellen zu können, ganz gleiche Schichtendicken anwenden müsste. Viel besser eignet sich Band III des Reinchlorophylls. An diesem habe ich denn auch meine Messungen gemacht und bei einer nach allen Richtungen variirten Versuchsanstellung stets das gleiche Resultat erhalten: dass sowohl bei festem als Paraffinchlorophyll stets zwar eine deutliche Verschiebung der Streifen gegen Roth gegenüber einer alkoholischen Lösung zu konstatiren ist, dass jedoch die Verschiebung niemals soweit geht wie wir sie im Blatte bemerken. (Vergl. Taf. XIV.) Der Aggregatzustand des Chlorophylls kann also dieselbe allein sicher nicht bedingen.

Wodurch entsteht also diese starke Verschiebung? Es ist eine bekannte physikalische Thatsache, dass Gemenge zweier Farbstoffe die beide Absorptionsbänder besitzen („Mischungen absorbirender Medien“) bisweilen gegenseitig ihr Spectrum modifiziren resp. Verschiebungen der Streifen hervorrufen[2]). Nun haben wir im Chlorophyllkorn thatsächlich ein solches Gemenge zweier Farbstoffe von denen jeder ein charakteristisches Absorptionsspectrum besitzt, es fragte sich daher, ob zur Trockne eingedampfte Gemenge von Reinchlorophyll und Xanthophyll etwa eine Verschiebung der Streifen gegen Roth in der Stärke erkennen liessen, wie man sie im Blatte beobachtet. Zahlreiche von mir mit solchen Gemengen, die Farbennüancen von smaragdgrün bis stark gelbgrün besassen, angestellte Versuche zeigten jedoch, dass eine derartige Verschiebung der Chlorophyllbänder gegen Roth durch das das Chlorophyll im Korn begleitende Xanthophyll nicht hervorgerufen werden könne.

---

[1]) Es widerspricht dies einer Notiz Vogel's (Ueber die Verschiedenheit der Absorptionsspectra eines und desselben Stoffes Ber. der deutsch. chem. Ges. 1878. p. 1367) und Timirjazeff's (Ber. d. deutsch. Chem. 1873, p. 329), welche das Spectrum von gelöstem und festem Chlorophyll als völlig identisch bezeichnen.

[2]) Vgl. F. Melde, Ueber Absorption des Lichtes durch Gemische farbiger Flüssigkeiten. Poggend. Ann. 124 (1865) p. 91. Auch Kundt, Poggend. Annal. (1874) Jubelband, p. 622.

Da, wie wir gesehen haben, das feste Chlorophyll (gegenüber einer alkoholischen Lösung) zwar deutlich eine Verschiebung der Streifen gegen Roth erkennen lässt, dieselbe aber nicht so weit geht, wie man sie am lebenden Blatte beobachtet, so fragte es sich, ob denn wirklich das Chlorophyll im Korn als festes Chlorophyll und nicht vielmehr als Lösung oder doch wenigstens mit einem anderen Körper gemischt — eine Vorstellung, die von vornherein schon viel für sich hatte — vorhanden sei. Lommel[1]) hat die Ansicht, dass das Chlorophyll im Blatte in fester Form vorhanden sein müsse, da es keine Fluorescenz besitze, zuerst — wennschon, ebenso wie Hagenbach, unter Verkennung der anatomischen Thatsachen — ausgesprochen. Ihm schliesst sich in allerneuester Zeit Reinke[2]) an, der gleichfalls an lebenden Blättern keine Fluorescenzerscheinungen wahrnehmen konnte. Nun besitzt aber das lebende Chlorophyll, wie Hagenbach, seine frühere Ansicht darüber berichtigend, neuerdings gezeigt hat[3]), eine zwar schwache, aber doch so deutliche Fluorescenz, dass es ihm sogar möglich war das Fluorescenzspektrum zu bestimmen. Er fand, dass auch das Maximum des Fluorescenzspektrums nach dem rothen Ende gerückt sei.

Durch diese Beobachtung Hagenbach's fällt die Hauptstütze, die Lommel und Reinke für die Vorstellung, dass das Chlorophyll im Korn in fester Form sich finden müsse, beibringen, und wir müssen nothgedrungen wieder zu der Vorstellung zurückkehren, die ich schon in meiner ersten Mittheilung (diese Berichte, Bd. I, Heft 3) ausgesprochen habe, dass nämlich ein Körper von hohem Dispersionsvermögen und, da die Körper von hohem Dispersionsvermögen auch meist eine grosse Dichtigkeit besitzen, wahrscheinlich auch von hohem specifischen Gewichte neben Reinchlorophyll und Xanthophyll im Korn vorhanden sein müsse. Diese Vorstellung fusst auf dem Kundt'schen Gesetz[4]) gegen das zwar in neuerer Zeit einige Bedenken laut geworden sind,[5]) das jedoch im Allgemeinen noch als giltig betrachtet werden muss.

---

[1]) Ueber das Verhalten des Chlorophylls zum Licht. Poggend. Annalen (1871) 143. p. 578.

[2]) a. a. O. p. 405. Dort findet man auch die Literaturangaben diesen Punkt betreffend.

[3]) Fernere Versuche über Fluorescenz. Pogg. Annalen 1874 (Jubelband) p. 304. Auch Simmler und N. I. C. Müller wollen Fluorescenz gesehen haben.

[4]) Ueber einige Beziehungen zwischen der Dispersion und Absorption des Lichtes. Pogg. Annal. 1874 (Jubelband) p. 622.

Dies Gesetz, auf das ich wiederholt zu sprechen gekommen bin, lautet: „Mischt man zu einer absorbirenden Substanz andere nicht absorbirende Medien, so rückt ein Absorptionsstreifen, welcher sich im Bereiche λ_1 bis λ_2 der Spectrums befindet, um so mehr nach dem rothen Ende des Spectrums je grösser die Constante B ist, welche in dem Bereich λ_1 bis λ_2 die Dispersion des zugesetzten, nicht absorbirenden Mediums darstellt.“

[5]) H. W. Vogel, Ueber die Verschiedenheit der Absorptionsspektren eines und

Auf der beiliegenden Tafel XIV habe ich eine Darstellung einiger wichtiger Spectren der Chlorophyllgruppe gegeben, die zugleich als Erläuterung für meine frühere Mittheilungen (diese Berichte, Bd. I, Heft 3 und 4 und Generalversammlungsbericht) dienen können.

Als Reinchlorophyll bezeichne ich das durch Reduction des Chlorophyllans mittelst Zinkstaub erhaltene Produkt. Auf welche Weise dasselbe bei Herstellung der Chlorophylltinctur verändert wird ergiebt sich am besten — da die Veränderung durch Chlorophyllanbildung geschieht — durch Vergleich mit dem nebenstehenden Chlorophyllanspectrum, welch' letzteres zugleich auch das der Phyllocyaninsäure ist.¹)

Ferner habe ich, um die Veränderungen, welche das Chlorophyll durch Kali erleidet, vor Augen zu führen, das Spectrum des Kalichlorophylls (chlorophyllinsauren Kalis) dargestellt. Die Abspaltung des accidentellen Streifens im Roth, die Chautard zuerst beobachtete²) tritt klar hervor. Die Spaltung des Bandes I in der von mir früher erwähnten Weise ist hier nicht zu sehen.³) Die Verschiebung aller Streifen und das Abblassen von II—IV⁴) treten deutlich hervor. Band IV ist jedoch, wie ersichtlich, dunkler als beim Reinchlorophyll.⁵)

Da Band I bei allen von mir bisher untersuchten Körpern der Chlorophyllgruppe von allen Bändern das beständigste ist, während die Veränderungen des Spectrums bei chemischen Eingriffen sich vornehmlich an den Bändern II—IV vollziehen hier aber, was Intensitäts- und Ortswechsel sowie Neigung zu Spaltungen betrifft, eine geradezu ins Unendliche gehende Mannigfaltigkeit an den Tag tritt, deren Gesetzmässigkeit zu erforschen ich augenblicklich beschäftigt bin — so habe ich den Chlorophyllstreifen I das „stabile Band“, die anderen die „labilen Bänder“ genannt. Während, wie wir gesehen haben, nach geringen Modifikationen, die sich nur durch Intensitäts- und Ortsänderungen der „labilen“ Bänder manifestiren unter Umständen eine Regeneration des Reinchlorophylls möglich ist — z. B. durch Reduktion des Chlorophyllans — ist mir stets, wenn der stabile Band (die bande

---

desselben Stoffes (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1878, p. 913 und 1363). F. von Lepel, Ueber die Aenderungen der Absorptionsspektra einiger Farbstoffe in verschiedenen Lösungsmitteln (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1878, p. 1146.)

1) Diese Berichte, Band I, Heft 3.

2) Compt. rend. 76, 2 (1873) p. 1273.

3) Diese Berichte, Band I, pag. 173. An dieser Stelle ist ein sinnstörender Druckfehler stehen geblieben, es muss natürlich auf Zeile 3 heissen:

Band Ia von $\lambda = 66$ bis $\lambda = 65$
„ IIb „ $\lambda = 64$ „ $\lambda = 63$

4) Diese Berichte, Band I, S. XVII, Zeile 24 muss es heissen: Streifen II—IV.

5) Russell und Lapraik, die gleichfalls die Einwirkung der Alkalien auf Chlorophyll studirt haben (On a spectroscopic study of Chlorophyll; Chemical Society, June 1882, Pharmaceutical Journal and Transactions, Vol. XII, p. 1026), sprechen irrthümlicherweise von einem völligen Verschwinden der mittleren Bänder.

specifique des Chautard) alterirt war, eine Regeneration des Reinchlorophylls bisher unmöglich gewesen.

Auf Taf. XIV habe ich auch eine Darstellung des Spectrums lebender Blätter gegeben um dasselbe direkt mit dem Spectrum meines Reinchlorophylls vergleichen zu können. Band III sehe ich, wie ich schon früher erwähnte[1]), stets breiter als II, während Reinke in dünnen Schichten beide gleich breit zeichnet.[2]) Die Spaltung von III, die ich früher beschrieb, ist keine dem Bande selbst eigenthümliche, sondern rührt wahrscheinlich daher, dass während auf die Ränder des Bandes eine grosse Zahl dicht stehender Natron-, Kalk-, Kupfer- und Barytlinien im Sonnenspektrum fallen,[3]) die Mitte desselben gerade eine der wenigen Stellen des Sonnenspektrums ist, wo fast keine Linie liegt. Daher erscheint dieselbe ausserordentlich hell gegenüber den beiden Nachbardistrikten. Dass dem thatsächlich so ist, habe ich mich durch Beobachtung mittelst Drumond'schen Kalklichtes und elektrischen Lichtes, besonders deutlich bei Anwendung des letzteren, überzeugt.

Hier konnte ich niemals eine Spaltung von III beobachten, aber auch hier trat es auf's deutlichste hervor, dass II schmäler ist als III. Es war gleichgiltig, ob ich nach der Methode von Valentin und Reinke injicirte oder uninjicirte Blätter zur Beobachtung verwendete.

Noch erwähnen möchte ich, dass Band IV bei Anwendung elektrischen Lichtes viel klarer hervortritt, als bei Sonnenlicht. Diese an blauen Strahlen so reiche Lichtquelle erscheint mir überhaupt zum Studium der Absorptionen in der brechbareren Spectrumshälfte z. B. zur Untersuchung der gelben Farbstoffe, viel geeigneter als Sonnenlicht.

Schliesslich habe ich noch auf der Tafel die Verschiebung dargestellt, welche die Streifen erleiden, einmal beim sogenannten festen Chlorophyll und dann bei dem in Paraffin gelösten und fest gewordenen Chlorophyllan. Letzteres eignet sich zum Studium der betreffenden Erscheinung besser als Chlorophyll, da es im hellsten Theil des Spektrums selbst in dünnen Schichten noch deutlich hervortretende Bänder besitzt. Wie aus den Zeichnungen ersichtlich, erreicht die Verschiebung der Bänder gegen Roth beim festen Chlorophyll nicht den Grad, den wir beim Chlorophyll des lebenden Blattes, dessen Spectrum darüber dargestellt ist, beobachten.

---

1) Diese Berichte, September 1883.

2) Diese Berichte, Band I, p. 399. Kraus zeichnet (a. a O. Taf. I) Band III sogar schmäler als II! die Breite von III ist aber gerade ein sehr charakteristisches Merkmal des Reinchlorophylls.

3) Vergl. das spectre normale des Angström (Recherches sur le spectre solaire. Upsala 1868) und Kirchhoff, Untersuchungen über das Sonnenspektrum. Abhandl. d. Berl. Akad. 1861.

Das Spectrum der gelben Farbstoffe zu geben habe ich verzichtet, da dasselbe bereits mehrfach[1]) abgebildet ist.

Bei der Darstellung der Spectren habe ich mich der combinirten Methode von Pringsheim und Kraus bedient: Ich habe verschieden dicke Schichten des Spectrums übereinander dargestellt und auch die Abschattirung der einzelnen Bänder zum Ausdruck gebracht, da dies bei den difficilen spektroskopischen Unterschieden, die zwischen zahlreichen Körper der Chlorophyllgruppe bestehen nicht ohne Werth zu sein schien. Aus den gegebenen Werthen ist die Absorptionsspektrallinie leicht zu construiren.

Pflanzenphysiolog. Institut der landwirthschaftl.
Hochschule in Berlin.

62. E. F. von Homeyer: Bemerkungen über die düngende Wirkung des aus den Baumkronen niederträufelnden Wassers.

Eingegangen am 17. November 1883.

In Heft 2 p. 108 d. Ber. wird über obigen Gegenstand eingehend gesprochen und möchte ich fast alles was dort gesagt wird unterschreiben, nur einen Zweifel kann ich nicht unterdrücken, nämlich, dass die Wirkung verschiedener Arten der Laubhölzer eine sehr ungleiche ist.

Während z. B. Linde, Buche, Ahorn etc. die erwähnte günstige Wirkung auf den unter einer hohen Krone eines einzeln stehenden Baumes befindlichen Rasen haben, ist es bei der Birke umgekehrt. Soweit der Tropfenfall dieses Baumes reicht, ist die Wirkung eine entschieden ungünstige, bei allen Gramineen. Auch bei Pappeln und vielleicht bei Weiden zeigt sich die Wirkung weniger günstig, als bei den oben erwähnten Bäumen.

Es würde sich dies auch wohl durch den mehr oder minder für die Vegetation ungünstigen Lehmgehalt erklären. Jedenfalls erscheint die Anregung Buchenau's sehr dankenswerth.

---

[1]) So bei Kraus, Sachsse, Dippel u. and.

63. Paul Korschelt: Zur Frage über das Scheitelwachsthum bei den Phanerogamen.

(Vorläufige Mittheilung.)

(Mit Tafel XV.)

Eingegangen am 18. November 1883.

Die letzte Publikation, welche sich mit dem Scheitelwachsthum phanerogamer Pflanzen befasst, ist die im vorigen Jahre erschienene Arbeit „Ueber das Scheitelwachsthum des Gymnospermenstammes“ von Hermann Dingler. Der Verfasser nimmt einen Standpunkt ein, von welchem aus er den Unterschied zwischen dem Scheitelwachsthum der Cryptogamen und dem der Phanerogamen, wie er beziehentlich in der Existenz und dem Fehlen einer Scheitelzelle gewöhnlich angenommen zu werden pflegt, nicht gelten lassen will. Um Belege für seine Anschauung zu erhalten, wählt er zur Untersuchung die den Gefässcryptogamen zunächst stehende Klasse der Gymnospermen. Er untersucht Vertreter aus allen drei Familien derselben und gelangt bei einer Anzahl zu einem ganz einheitlichen Resultate, nämlich zur Feststellung der Existenz einer tetraedrischen Scheitelzelle, welche durch Abschneiden von Tochterzellen den Aufbau des Vegetationskegels bewirkt. Diese Feststellung gelang ihm bei *Ceratozamia sp.*, *Abies balsamea*, *Picea excelsa*, *Pinus sylvestris*, *Pinus Laricio*, *Pinus inops.*, *Cupressus pyramidalis*, *Ephedra monostachya.* Er bildet eine grössere Anzahl von Scheiteln sowohl von Keimlingen wie von erwachsenen Exemplaren ab, die in ihrer grossen Uebereinstimmung bezüglich der Zellgruppirung keinen Zweifel über die Art des Scheitelwachsthums übrig lassen können, vielmehr das Vorhandensein einer grossen, die Mitte des Scheitels einnehmenden Zelle von ganz charakteristischer Gestalt und die Abstammung der umgebenden Zellen aus dieser Scheitelzelle deutlich erweisen.

Auf Grund dieses einen Resultates, das sich für so verschiedene Familien ergab, glaubt der Verfasser berechtigt zu sein, für die ganze Klasse der Gymnospermen Scheitelwachsthum mittelst einer einzigen tetraedrischen Scheitelzelle anzunehmen. Um die Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit dieser Annahme zu erhöhen, die Dingler'schen Ergebnisse noch mehr zu vervollständigen, und um ferner die Frage nach dem Scheitelzellwachsthum möglicherweise auch in der Klasse der

Angiospermen [1]) einer Lösung zuzuführen, begann ich im vorigen Winter eine Untersuchung der Vegetationsscheitel zahlreicher gymnospermer wie angiospermer Pflanzen. Im Folgenden sind die Ergebnisse derselben kurz aufgeführt.

A. Gymnospermen.

Während Dingler seine Beobachtungen zum grössten Theile an den Scheiteln junger Keimlinge machte, beziehen sich meine Untersuchungen auf die Knospenscheitel mehrjähriger Exemplare; die Resultate derselben stimmen mit den Dingler'schen im allgemeinen ganz überein.

I. Coniferen.

1. Abietineen.

Pinus Abies L. (*Picea excelsa* Lk.)

Dingler constatirt bei jungen Keimpflanzen das Vorhandensein einer tetraedrischen Scheitelzelle und deren vollkommen gesetzmässige Segmentirung, er giebt Bilder sowohl des Längsschnittes wie des Zellnetzes der Oberfläche. — Ich fand an den Endknospen mehrgipfliger Stämmchen, sowie an Zweigknospen ebenfalls in der Mitte des flach gewölbten Vegetationskegels eine wenn auch nicht durch besondere Grösse, so doch durch ihre charakteristische Gestalt auffallende Zelle. Dieser letztere Umstand und die Lage an einem ganz bestimmten Ort, sowie hauptsächlich die leicht zu deutende Gruppirung ihrer Nachbarzellen liessen gar nicht bezweifeln, dass dieser Zelle eine hervorragende Bedeutung, eine wichtige Funktion beizumessen sei. Von oben her betrachtet (Fig. 1.) gewährte sie das Bild eines Dreiecks, dessen Seiten nicht von ganz gleicher Länge sind; die beiden von ihr zuletzt abgeschnittenen Segmente (Fig. 1. $s_{,}$ und $s_{,,}$ $s_{,,}$ $s_{,,}$) sind unverkennbar; das jüngste ist noch ganz ungetheilt, das vorletzte dagegen bereits in drei Zellen zerlegt. — Das Vorhandensein der Scheitelzelle konnte ich ferner auch durch den Längsschnitt bestätigen; dieser zeigte eine in der Mitte des Scheitels gelegene grosse Zelle, die mit steilen, gegen einander gerichteten Wänden in's Innere des Gewebes vorsprang und auch das zuletzt gebildete, noch ungetheilte Segment erkennen liess, ganz analog dem erhaltenen Oberflächenbilde.

Pinus orientalis L.

Die Vegetationskegel zeigen, von oben her betrachtet, ganz ähnliche Zellenanordnung wie die von *Pinus Abies*. Die Scheitelzelle fand ich immer von ganz besonderer Grösse und ziemlich genau gleichseitigdreieckiger Gestalt, die Mitte des wenig erhobenen Kegels einnehmend; ihre Umgebung bilden kleine Zellen, über deren Ursprung ein genaueres Studium fast immer Aufschluss giebt: die beiden zuletzt gebildeten Segmente ergeben sich in den meisten Fällen ohne Mühe; das drittletzte hingegen lässt sich schon weniger leicht in seinen Umgrenzungslinien auffinden.

---

[1]) Vereinzelte Angaben mehrerer Botaniker über das Vorhandensein einer Scheitelzelle an Wurzeln und Stammscheiteln einiger Angiospermen sind in der Dingler'schen Abhandlung aufgeführt.

Auch hier gelang es mir, das Oberflächenbild durch den Längsschnitt zu ergänzen; zwei Scheitelhälften, die ich durch einen genau median geführten Längsschnitt erhalten, liessen sofort, nachdem sie in Kalilauge gebracht waren, die grosse, zwar nicht genau in der Mitte des Scheitels gelegene, aber durch Form und Grösse vorzüglich ausgezeichnete Scheitelzelle erkennen. Dieselbe ragte tief in das Gewebe des Vegetationskegels hinein, und so erschien mir gerade dieser Fall als ein recht drastisches Beispiel gegen das Vorhandensein einer den Vegetationskegel in continuirlichem Zuge überkleidenden Dermatogenschicht im Hanstein'schen Sinne.

Pinus canadensis.

An mehreren Scheiteln, die sich indessen wegen ihrer Kleinheit weniger gut zur Untersuchung eignen, wurden Scheitelzellen von sehr regelmässiger Ausbildung beobachtet.

2. Cupressineen.

Taxodium distichum.

Untersucht wurde eine grosse Anzahl von Scheiteln der überwinternden Seitensprosse; sie ergaben dasselbe Resultat, das Dingler bei den Keimlingen einer Cypresse (*Cupressus pyramidalis* Targ. Tozz.) erhielt, von denen er ein Oberflächenzellnetz abbildet (Taf. II. Fig. 5 und 7), das in unzweifelhafter Weise das Scheitelzellwachsthum erweist. *Taxodium* wächst ebenfalls mit einer Scheitelzelle, welche die übrigen Zellen des Scheitels an Grösse übertrifft und deren Gestalt der bei den Coniferen beschriebenen gleicht;. sowohl in der Oberflächenansicht wie im Längsschnitt ist sie aufzufinden und aus der Anordnung der in ihrer nächsten Umgebung befindlichen Zellen als Mutterzelle des Scheitelgewebes zu erkennen.

II. Gnetaceen.

Von Gnetaceen untersuchte Dingler *Ephedra monostachya* C. A. Meyer mit für die Scheitelzelltheorie günstigem Erfolg; er constatirt für sie ein Scheitelwachsthum, das wie bei den Coniferen mittelst einer tretraedrischen Scheitelzelle vor sich geht und bildet eine dementsprechende Oberflächenansicht ab. — Ich fand in den frischen Laubknospen von *Ephedra vulgaris* ein vorzügliches Untersuchungsmaterial; die

Vegetationskegel sind sehr zart und deshalb die Zellanordnung ihrer Scheitel oft schon ohne Behandlung mit Kalilauge leicht zu erkennen. Auch hier stimmen meine Resultate mit denen Dingler's überein. Die Scheitelzelle, die im Quer- wie Längsschnitt mit gleicher Sicherheit zu beobachten war, ist, wie in allen vorher beschriebenen Fällen, von tedraedrischer Gestalt und ganz auffallender Grösse; ihre nach aussen gelegene Wand (die Basis des Tetraeders) bildet zumeist ein ungefähr gleichseitiges Dreieck. Die Gruppirung der übrigen Zellen, die das Oberflächenzellnetz erkennen lässt, bekundet eine in der üblichen Weise stattfindende gesetzmässige Segmentbildung (Fig. 2).

B. Angiospermen.

Dingler hat in seiner Abhandlung die vereinzelten Angaben verschiedener Autoren über Scheitelzellwachsthum bei angiospermen Pflanzen, die bis dahin bekannt geworden, zusammengestellt; dieselben beziehen sich sowohl auf embryonale Zustände wie auf Spross- und Wurzelscheitel; sie sind nur in spärlicher Anzahl vorhanden und liefern ganz sichere Resultate nur zum Theil.

Um für meine Arbeit geeignetes Material zu gewinnen, wurden im Frühjahr sehr zahlreiche Pflanzen aus den verschiedensten Familien der Mono- und Dicotyledonen bezüglich der Grössen- und Formenverhältnisse ihrer Sprossscheitel untersucht, und, von dem naheliegenden Gedanken ausgehend, dass die etwa vorhandene Scheitelzelle am ehesten an solchen Vegetationsspitzen aufzufinden sein müsste, deren Scheitel einen möglichst kleinen Raum darbieten, wurden zunächst diejenigen Formen zur Untersuchung gewählt, die einen recht schlanken Vegetationskegel aufzuweisen hatten. Diesen Vorzug besitzt, wie bekannt, eine Anzahl von Wasserpflanzen, wie *Elodea*, *Hippuris*, *Ceratophyllum* u. s. w. Es ist aber trotzdem keineswegs leicht, bei diesen Pflanzen Aufschluss über die Zelltheilungsvorgänge am Scheitel zu erhalten; die Anfertigung brauchbarer, median geführter Längsschnitte scheitert zumeist an der geringen Grösse des Durchmessers und der Zartheit der Vegetationsspitzen; feine Querschnitte sind bei der Kleinheit der Objekte ebenfalls schwer zu beschaffen; man muss sich vielmehr darauf beschränken, die Scheitel in mässiger Dicke horizontal abzuschneiden und in reichlicher Menge aufhellender Flüssigkeit unter dem Deckglas zu betrachten — ein Mittel, zu dem auch Dingler bei seinen Untersuchungen greifen musste.

Elodea canadensis Rich. (*Anacharis Alsinastrum* Bap.), deren Vegetationskegel besonders schlank und spitz ist, ergab eine Anzahl von Schnitten, die mit grösster Sicherheit für Wachsthum mittelst Scheitelzelle sprachen. Sowohl Oberflächenzellnetz wie Längsansicht boten zu wiederholten Malen den deutlichen Beweis für die Existenz einer ganz ähnlich wie bei den Gymnospermen gestalteten Scheitelzelle, welche entsprechend den drei Seitenflächen des Tetraeders Segmente abschneidet.

Scheitel, die in ziemlicher Dicke horizontal abgeschnitten wurden, liessen sich mit einiger Mühe in vertikaler Stellung fixiren; dann zeigte sich, dass ganz wie bei den Gymnospermen die Scheitelmitte von einer dreieckig gestalteten Zelle eingenommen wird, welche, je nachdem die letzte Theilung vor längerer oder kürzerer Zeit stattgefunden, ihre Nachbarzellen mehr oder weniger an Grösse übertrifft. Die drei in die Tiefe des Gewebes verlaufenden Tetraederkanten sind, wenn das Präparat genügend aufgehellt ist, bis zu ihrem Vereinigungspunkte, der Spitze des Tetraeders, zu verfolgen. Segmente konnten bei der Betrachtung von oben her mit Sicherheit drei festgestellt werden (Fig. 3). Ein dick abgeschnittener Scheitel, der beim Verschieben des Deckglases aus der vertikalen Stellung sich umlegte, liess die Scheitelzelle, die vorher in der Oberflächenansicht bereits gezeichnet war, auch in der Seitenansicht als solche erkennen und auch die zwei zuletzt abgegliederten Segmente in ihrer Umgrenzung und Theilung verfolgen (Fig. 4).

Lemna minor, deren junge, noch nicht zu dem später flächenförmigen Organ ausgewachsene Tochtersprosse ebenfalls rücksichtlich ihrer Wachsthumvorgänge untersucht wurden, zeigt in der Oberflächenansicht eine Form der Scheitelzelle, welche von den bisher beobachteten einigermassen abweicht; die Scheitelzelle ist zwar ebenfalls deutlich dreiseitig, aber der Unterschied in der Wandlänge tritt auffälliger als sonst hervor, die Zelle erscheint mehr in die Länge gezogen; indessen ist diesem Umstand eine wesentliche Bedeutung wohl kaum beizulegen. Die Segmentbildung erfolgt nach dem, was der Zellwandverlauf in der nächsten Umgebung der Scheitelzelle und die ganze Anordnung des Oberflächenzellnetzes ergiebt, in einer den früheren Fällen entsprechenden Weise. (Fig. 5.)

Ceratophyllum submersum folgt wieder dem gewöhnlichen Typus der Scheitelzellform. Der Vegetationskegel ragt ähnlich wie bei *Elodea* weit über die jüngsten Blattanlagen hinaus. Die Betrachtung desselben im optischen Längsschnitt lässt deutlich und oft genug in der Scheitelmitte eine spitz nach innen zulaufende, zumeist auch durch Grösse etwas ausgezeichnete Zelle erkennen, über deren Umgebung ich mir indessen keinen sicheren Aufschluss zu verschaffen vermochte — ausgenommen über das letzte Segment, das als schmale Zelle durch eine antikline Wand abgegrenzt erschien; der Eindruck des Ganzen ist ungefähr der, den man bei *Elodea* erhält. Das Studium der Scheitel von oben her liefert beweiskräftigere Resultate, die Existenz der Scheitelzelle wird zweifellos; sie nimmt hier immer die Mitte des Scheitels ein; bei höchster Einstellung lässt sich ihre nach aussen grenzende Fläche oft als ganz regelmässig gleichseitiges Dreieck erkennen, und ihre tetraedrische Natur, die ja schon ihr Bild in der Längsansicht mit documentirt, wird durch das allmählige Verschwinden dieser Dreieckscontur bei immer niedrigerer Einstellung erwiesen. Das Zellnetz der Oberfläche veranschaulicht ferner noch die Theilungen dieser Scheitelzelle. Eine jüngst abgeschnittene Tochterzelle, ein letztes Segment, oft durch spätere Wachsthumsvorgänge schon einigermassen verzerrt, ist immer aufzufinden; und in der Regel auch ein zweites, in dem schon mehrfache Theilungen stattgefunden haben; auch die Umgrenzung eines der dritten Tetraederfläche entsprechenden Segmentes kann man zuweilen verfolgen, indessen hat man nicht immer die Gewähr für deren Richtigkeit.

Myriophyllum verticillatum. Der Vegetationskegel ist viel kürzer und bedeutend breiter, als bei *Ceratophyllum.* Längsschnitte ergaben keine günstigen Resultate. Diese wurden aber an Scheiteln, die mehrere Tage der Einwirkung von Kalilauge ausgesetzt gewesen und dann von oben her studirt wurden, erhalten. Die zumeist polygonal gestalteten Zellen des Oberflächenzellnetzes gruppiren sich um eine in der Mitte des ziemlich stark gewölbten Kegels gelegenen Zelle von deutlich dreiseitiger Gestalt, und bekunden durch ihre Anordnung die Abstammung aus einer Mutterzelle. Die beiden letzten Segmente treten sehr scharf hervor; ein drittletztes konnte einmal mit ziemlicher Sicherheit verfolgt werden (Fig. 6).

Ganz vorzügliches Untersuchungsmaterial fand ich ferner in einer Anzahl von Gramineen; bei *Saccharum officinarum*, *Eulalia japonica*, *Festuca rubra* und *capillifolia*, *Panicum plicatum* tritt das Wachsthum mittelst Scheitelzelle in fast noch prägnanterer Weise hervor als in den vorstehenden Fällen; Raummangel verbietet mir hier näher auf diese Formen einzugehen.

Eine umfassendere Arbeit über den hier in Kürze behandelten Gegenstand soll in einiger Zeit an anderer Stelle veröffentlicht werden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Pinus Abies.* Oberflächenansicht eines Vegetationsscheitels. Vergr. 300.

Fig. 2. *Ephedra vulgaris.* Dasselbe Vergr. 560.

Fig. 3. *Elodea canadensis.* Dasselbe. Die Scheitelzelle und ihre drei letzten Segmente sind der grösseren Deutlichkeit wegen stark conturirt. Vergr 560.

Fig. 4. *Elodea canadensis.* Längsansicht der Scheitelzelle und ihrer Segmente. Vergr. 560.

Fig. 5. *Lemna minor.* Junger Tochterspross von oben gesehen. Vergr. 960

Fig 6. *Myriophyllum verticillatum.* Vegetationskegel in der Ansicht von oben. Die Scheitelzelle und die Segmente sind durch stärkere Umgrenzungslinien hervorgehoben. Vergr. 880.

Leipzig, botan. Institut.

64. Otto Müller: Die Chromatophoren mariner Bacillariaceen aus den Gattungen Pleurosigma und Nitzschia.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 20. November 1883.

Die Chromatophoren von *Pleurosigma angulatum* Sm. und *P. elongatum* Sm., wahrscheinlich auch einiger anderer formverwandter Arten, sind in sehr eigenthümlicher, von allen übrigen Arten wesentlich abweichender Weise gestaltet. Soviel mir bekannt, besitzen wir nur eine Beschreibung und Abbildung der primordialen Zelle von *P. angulatum* und zwar von Max Schultze[1]) in seinem bekannten Aufsatze über die Bewegung der Diatomeen. E. Pfitzer[2]) erkennt die Max Schultze'sche Fig. 2 als diejenige an, welche dem gewöhnlichen Vorkommen entspricht, wonach *P. angulatum* „vielfach lappig zerschnittene, stellenweise sogar durch Löcher unterbrochene Endochromplatten“ besitzt, während er die schlingenartige Anordnung, welche M. Schultze in Fig. 1 darstellt, als Anomalie zu betrachten geneigt ist.

Die nachfolgend mitgetheilten Beobachtungen stützen sich auf gehärtetes und gefärbtes Material, welches von der Insel Sylt stammt und nach der von Pfitzer[3]) eingeführten Nigrosin-Picrinsäure-Methode behandelt worden ist. Das Studium vieler, in jeder Beziehung wohl erhaltener und tief gefärbter Zellen, ergiebt nun, dass keine der beiden von M. Schultze gezeichneten Abbildungen den wirklichen Verhältnissen völlig entspricht, Fig. 2 noch weniger als Fig. 1. Beide Figuren können erst nach Trennung der Bilder von zwei Einstellungen richtiger aufgefasst werden; sie sind offenbar unrichtig combinirt und ohne Berücksichtigung der Gürtelbandseiten entstanden. Soweit mir die lebende Zelle in Erinnerung ist und zufolge der ohne Zweifel zuverlässigen Dimensionen der Schultze'schen Figuren, nehme ich an, dass durch die Einwirkung der Picrinsäure das Chromatophor eine geringe Contraction in Richtung der Breite erfahren hat, da die ge-

---

1) Arch. f. mikrosk Anatomie v. M. Schultze. Bd I, p. 376 ff. Taf. XXIII. Fig 1—4.

2) Pfitzer, E. Bau und Entwickelung der Bacillariaceen. Bonn 1871. p. 58.

3) Pfitzer, E. Ueber ein Härtung und Färbung vereinigendes Verfahren f. d. Untersuchung des plasmatischen Zellleibes. Diese Berichte, Bd I, p. 44.

härteten Bänder im allgemeinen den Durchmesser der in M. Schultze's Fig. 1 gezeichneten besitzen, von denen der Autor selbst angiebt sie seien besonders schmal, die in Fig. 2 dargestellten Verhältnisse seien die herrschenden.

Die Chromatophoren von *P. angulatum* bestehen aus zwei sehr langen, den Längendurchmesser der Zelle um das doppelte und mehr übertreffenden, verhältnissmässig schmalen, am Rande vielfach gelappten und gezackten, aber niemals durchlöcherten Bändern, welche auf jeder Seite der Zelle gleichartig angeordnet sind. Diese Bänder liegen während des ganzen Verlaufes mit ihrer Fläche der Zellwand an, von der sie nur durch eine dünne Plasmaschicht getrennt sind. Ein mittlerer Abschnitt eines jeden Bandes, ungefähr der dritte Theil der Gesammtlänge, verläuft ungetrennt an der Innenfläche der oberen[1]) Schale, zwei Stücke, zusammen etwa von der Länge jenes Mittelstückes, liegen getrennt der unteren Schale an, während die in die Zellspitzen dringenden Enden sich der Gürtelbandfläche der Zellwand zuwenden, an welcher dann auch die Verbindungen der an der oberen und unteren Schalenfläche orientirten Stücke zu suchen sind. Die functionirende Gesammtfläche des Chromatophors ist daher in beiden Seitentheilen des plasmatischen Zellleibes mit grosser Gleichmässigkeit vertheilt.

Die Mediane des Chromatophors fällt, ganz entsprechend der von Pfitzer[2]) gegebenen Diagnose für die Naviculeen, mit der Mediane der Gürtelbandfläche zusammen; die auf die benachbarten Schalen hinüber greifenden Theile des Chromatophors sind aber, wie noch näher gezeigt werden soll, in Bezug auf die Theilungsebene unsymmetrisch angeordnet.

Jedes der an der oberen Schale, zu beiden Seiten der Raphe gelegenen Mittelstücke der beiden Chromatophoren umfasst in typischer Anordnung zunächst den im Centrum befindlichen Zellkern mit einem nach innen offenen Halbkreise, der centralen Ausbuchtung, und zieht sich dann in Richtung der Raphe, diese aber freilassend, zu zwei langen, mit den zugespitzten Scheiteln den Schalenspitzen zustrebenden Schleifen aus. Die an dem Schalenrande rücklaufenden kürzeren Schenkel dieser beiden Schleifen verlassen in der Nähe der centralen Ausbuchtung die Horizontalebene der oberen Schale gehen, in stumpfem Winkel nach unten biegend, auf die Verticalebene der Gürtelbandfläche über, welche sie in etwas schiefer Richtung quer durchziehen und treten dann mit scharfer Biegung auf die Horizontalebene der unteren Schale. Auch auf dieser bilden sie zwei Schleifen, deren Scheitel indess, im Gegensatz zu den oberen Schleifen, dem Zellkern zugewendet sind. Ihre längeren inneren Schenkel laufen in gleicher Richtung wie die ent-

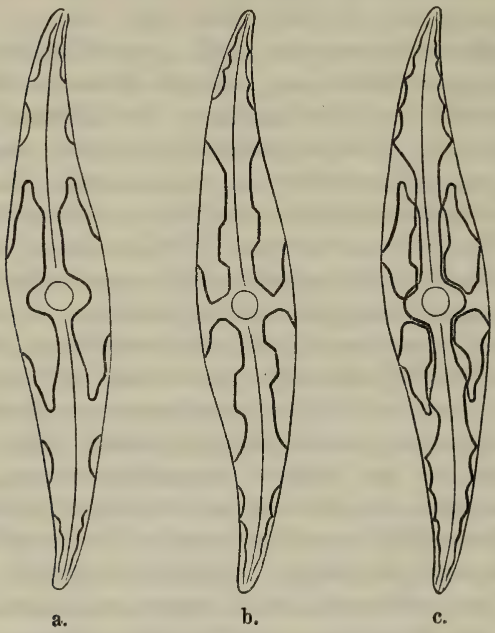
---

1) Die Bezeichnung „obere“ ist willkürlich, aber in dieser Mittheilung stets für die den Mitteltheil des Chromatophors aufnehmende Schale der Zelle beibehalten.

2) l. c. p. 32.

sprechenden Schenkel der oberen Schleifen, bis sie, über die Scheitel jener hinaus fortschreitend, nach aussen biegend, den Rand der Schale wiederum erreichen; dies geschieht an zwei Punkten die etwa ¼ des Längendurchmessers der Zelle von deren Spitzen entfernt sind. Hier begeben sie sich aus der Horizontalebene der unteren Schale auf die Verticalebene der Gürtelbandfläche zurück, bilden zunächst je zwei kleine Schleifen in deren Ebene und enden endlich, in der Mediane verlaufend, unter kleinen spiralen Windungen, in den Zellspitzen.

Die beiden durch die centrale Ausbuchtung zusammenhängenden Schleifen eines jeden Chromatophors an der oberen und die an der unteren Schale getrennt verlaufenden beiden Schleifen, decken sich daher theilweise bei Betrachtung von der Schalenseite aus und da ihre Scheitel opponirt sind, wird bei einer mittleren Einstellung sehr leicht die Täuschung hervorgerufen, als handle es sich um zwei durchlöcherte elliptische Platten mit bandförmigen Anhängen, deren Löcher etwa die Gestalt einer Feige aufweisen, weil die inneren Schenkel der unteren Schleifen in der Regel eine kleine Biegung nach aussen eingehen.

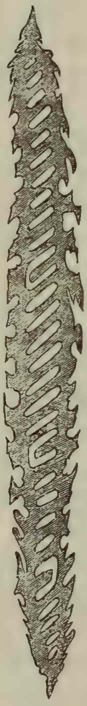


Schema des Verlaufs der Mittellinien der Chromatophoren von *Pleurosigma angulatum*.
a an der oberen, b an der unteren Schale, c Combination beider.

Die Theilung betreffend, sind in den mir vorliegenden, zeitlich aneinander zu knüpfenden Zuständen leider noch einige Lücken. Ich kann zunächst nur mittheilen, dass der Zerfall in zwei Hälften durch einen Querriss der centralen Ausbuchtung erfolgt und dass sich unmittelbar nach vollendeter Zelltheilung die vier Chromatophoren der noch zusammenhängenden Tochterzellen lediglich auf den alten Schalen befinden, während die jungen Schalen völlig frei sind. Die den Rändern der alten Schalen anliegenden Chromatophoren sind merklich dicker, wurstartig, haben glatte Ränder, verlaufen nahezu gestreckt, nur wenig verbogen. Etwas später zeigen sich an zwei in gleichen Abständen vom Centrum gelegenen Stellen eines jeden Chromatophors kleine Einfaltungen nach der Raphe zu, wodurch sich an dem Chromatophor deutlich ein mittlerer Theil und zwei seitliche markiren; diese Falten vergrössern sich, werden unter theilweisem Uebergang auf die jungen Schalen zu einfachen Schlingen und bilden sich endlich zu den oben beschriebenen typischen Schleifen aus. Ueber die Vorgänge von der Trennung des Chromatophors in zwei Hälften bis zur Zeit der Zelltheilung fehlen mir noch die Unterlagen Ich halte es jedoch für wahrscheinlich, dass die durch den Querriss der centralen Ausbuchtung neu entstandenen inneren Enden über, bezw. unter einander vorbei wandern, indem jedes Ende derjenigen Zellspitze zustrebt, auf welche es gerichtet ist. Dadurch würden die Schleifen ausgezogen, die Bänder gestreckt und die beiden Hälften den alten Schalen angelegt.

Ueber die feinere Structur der Chromatophoren-Substanz, das Vorkommen von zum Theil scharf begrenzten hellen Stellen in derselben, die Beziehungen zu dem von der mittleren, den Kern umschliessenden Plasmaanhäufung ausstrahlenden Netze plasmodialer Fäden etc., ebenso über die von der typischen Form mannigfach abweichenden Ausgestaltungen, behalte ich mir vor anderen Ortes ausführlicher zu berichten.

Die Zelle von *Pleurosigma balticum* Sm. enthält ebenfalls zwei Chromatophoren, deren Mediane mit der Mediane der Gürtelbänder zusammenfällt und welche jederseits auf die Schalen übergreifen. Diese Chromatophoren aber sind nicht bandförmig und vielfach verschlungen, wie bei *P. angulatum*, sondern Platten, wenngleich auch diese Platten keineswegs so einfach gestaltet sind, wie nach der M. Schultze'schen Fig. 5 vermuthet werden muss. Die Ränder der Platten sind durch mehr oder weniger tiefe, schräge, dem Mittelknoten zugeneigte Einschnitte zerklüftet und die grösseren der dadurch ent-



Schema eines Chromatophors v. *P. balticum*, flach ausgebreitet.

standenen Lappen wiederum auf das mannigfachste zersägt und gezackt. Die Grundsubstanz der Lappen selbst ist undurchbrochen und ebenso ein schmaler Streifen, welcher längs des ganzen Randes verläuft. Der Mitteltheil der Platten bietet jedoch ein ganz eigenthümliches Bild. Derselbe zeigt helle und dunkle schräge Streifen, welche in regelmässiger Abwechslung und gleicher Breite nahezu die ganze Längenausdehnung der Platte einnehmen und dem Mitteltheile etwa das Aussehen einer Leiter mit schiefen Sprossen geben. Die dunkeln Streifen oder Balken sind in der Regel scharf berandet und gerade gestreckt; nicht alle aber laufen von Rand zu Rand, manche derselben erreichen den gegenüber liegenden Rand nicht ganz, zwischen beiden bleibt eine schmale, helle Spalte, so dass alsdann ein dunkler Zacken auf drei Seiten von einem hellen Hofe umgeben erscheint. Dass die hellen Streifen in der That Substanzlücken sind, beweist schon der Umstand, dass die soeben beschriebenen Zacken oft aus ihrer Richtung verschoben werden.

Bei einer Platte, welche ich durch Druck isolirt hatte, war sogar ein Zacken nach oben verbogen, d. h. aus der Ebene des Mitteltheiles der Platte mit dem freien Ende hervorgetreten. In den hellen Lücken erkennt man deutlich ein Netzwerk von Plasmafäden, welche der das Chromatophor einhüllenden Plasmaschicht angehören. Der Mitteltheil des Chromatophors der anderen Gürtelbandseite der Zelle hat entgegengesetzt gerichtete dunkle Streifen; da dieselben noch theilweise auf die Schalen übergreifen, so bieten die Chromatophoren der Zelle von der Schalenseite aus ein Bild, ähnlich der Seitenwand eines Schilderhauses.

Aehnlich gestaltete Chromatophoren besitzt *Pleurosigma Hippocampus Sm.* Dieselben sind jedoch schmäler als bei *P. balticum* und haben schwach gelappte Ränder, welche nur einen schmalen Randtheil der benachbarten Schalen bedecken; auch ist ihre Fläche von der Schalenseite aus im Profil gesehen, in der Nähe des Zellkerns, oft etwas wellig verbogen. Nicht immer ist die gitterförmige Durchbrechung des Mitteltheils der Platten so deutlich wahrnehmbar wie bei der vorigen Art, die hellen Zwischenräume sind alsdann nur durch schmale helle Linien angedeutet; ältere Zellen aber zeigten den typischen Aufbau.

Bisher ist mir nur ein einziges Individuum zu Gesicht gekommen, welches deutliche Spuren beginnender Theilung des Chromatophors zeigte. Nach diesem zu urtheilen erfolgt die Theilung ähnlich der von Pfitzer[1]) beschriebenen der Süsswasserformen. Während der Wanderung und Schrägstellung der Platten indess scheint der eine Rand mehr vorzurücken als der andere, wodurch die schrägen Balken des Mitteltheils eine Knickung erfahren; die Trennung erfolgt dann im Scheitel der Winkel. Gleichzeitig scheint die Grundsubstanz des Chromatophors eine Lockerung und Verschiebung zu erleiden, indem kleine

---

1) Pfitzer, Bacillariaceen, p. 58.

Theile derselben die Lücken schliessen und zu einem neuen Randstreifen zusammentreten.

Diese Verschiedenheit der Chromatophoren bei verschiedenen marinen Species von *Pleurosigma* bietet einen weiteren Beleg für die von Fr. Schmitz[1]) erwähnte Thatsache, dass die Structur der Chromatophoren bei den Arten derselben Gattung keineswegs immer die gleiche ist. Der Unterschied betrifft hier nicht allein die marinen und die Süsswasserformen derselben Gattung, sondern bereits die marinen für sich.

Der Gattung *Nitzschia* Hass. kommt nach E. Pfitzer[2]) ein einziges Chromatophor zu, welches aber in dem Falle von *Nitzschia Sigma* Sm. durch den Zellkern vollständig unterbrochen wird; bei anderen der Gruppe der Sigmata angehörenden Arten, var. *lineata* Grun., scheint diese Unterbrechung nicht vollkommen. Das in zwei Hälften getheilte Chromatophor von *Nitzschia Sigma* Sm. ist ebenfalls plattenförmig und liegt demjenigen Gürtelbande an, welches sich den beiden Kielpunkten gegenüber befindet, die schwach gelappten Ränder nach den Schalen zu umschlagend. In der Nähe der Ränder bemerkt man vielfach linsenförmige Eindrücke, welche vielleicht von grösseren die Zelle erfüllenden Oeltropfen herrühren.

In der Mediane dieses Chromatophors auf jeder der beiden Hälften liegen fünf und mehr, runde oder längsovale Pyrenoide. In der Profilansicht des Chromatophors, von der Schalenseite aus gesehen, treten diese Pyrenoide als rundliche, linsenförmige Erhebungen aus der Fläche des Chromatophors in den Zellraum hervor.

Das Vorkommen von Pyrenoiden bei den Bacillariaceen ist zwar keineswegs ungewöhnlich; Fr. Schmitz[3]) erkennt diese kernartigen Gebilde der Chromatophoren einer grossen Zahl mariner Bacillariaceen zu und E. Pfitzer[4]) dehnt ihr Vorkommen auch auf die Süsswasserformen aus. Fr. Schmitz aber hat immer nur die einfachsten Formen jener Körper bei den Bacillariaceen gesehen, sogenannte nackte Pyrenoide. In unserem Falle dagegen erscheinen die durch Nigrosin mehr oder weniger dunkel gefärbten Pyrenoide von einem hellen Hofe umgeben, der bei stärkeren Vergrösserungen ($^1/_{12}''$ Zeiss Oelimmersion) sogar eine Differenzirung in kleine helle Punkte erkennen lässt, ein Bild also, ganz ähnlich den Amylumheerden der Chlorophyceen. Eine grössere Zahl ähnlicher Punkte und scharf begrenzter Flecken von grösserem Umfange liegen ausserdem in der Chromatophorensubstanz zerstreut zwischen je zwei benachbarten Pyrenoiden. Bei der Betrach-

---

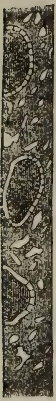
1) Schmitz, Fr. Die Chromatophoren der Algen. Bonn 1882, p. 38, Anm.

2) Pfitzer, Bacillariaceen, p. 96.

3) l. c. p 37 ff.

4) Diese Berichte, p. 47.

tung mit weniger vorzüglichen optischen Hilfsmitteln als die Oelimmersion und bei schwächerer Vergrösserung, würde man über die Deutung als Amylumheerde und Stärkekörner kaum im Zweifel sein können, wenn nicht der bisher allgemein anerkannte Umstand[1]), dass die Bildung von ächter Stärke bei allen Algen mit braun oder roth gefärbten Chromatophoren unterbleibt, jene Deutung von vornherein unwahrscheinlich erscheinen liesse. Unter Zuhilfenahme der stärksten Vergrösserungen erkennt man denn auch, dass die grösseren hellen Flecke eine sehr unregelmässige Gestalt und vielfach gezackte Ränder haben, so dass man nunmehr den Eindruck gewinnt, als sei die schwammig poröse Grundmasse des Chromatophors in Form eines relativ grobmaschigen Netzwerkes mit breiten substanziellen Balken angeordnet. Es liesse sich nun wohl denken, dass auch der das Pyrenoid umgebende hell punktirte Hof nur durch Contraction des Pyrenoids entstanden, indem bei der Contraction die Substanz des Pyrenoids mit der Substanz des umgebenden Chromatophors an einzelnen Stellen durch Fibrillen in Zusammenhang geblieben ist und ich muss die Möglichkeit dieser Auffassung zunächst offen halten. Indessen sprechen auch wieder Gründe gegen solche Annahme. An besonders gut gehärteten und erhaltenen Chromatophoren habe ich über den Pyrenoiden ein Netzwerk erkannt, welches, in Verbindung mit den hellen Punkten des Hofes, die Deutung einer das Pyrenoid umgebenden hohlkugligen Körnerschicht wohl zulassen würde.


Mittlerer Theil des Chromatophors v. *Nitzschia Sigma* Sm.

Nun hat Fr. Schmitz bei den Nemaliecn[2]) und Euglenen[3]) eigenthümliche Bildungen beschrieben, welche, ohne ächte Stärke zu führen, das Bild der Amylumheerde vortäuschen, er nennt sie Pseudo-Amylumheerde. Die Körner der Florideenstärke bei den Nemalieen und die Paramylonkörner der Euglenen liegen aber stets ausserhalb des Körpers des sternförmigen Chromatophors. Der negative Ausfall der Jodreaction (allerdings an gehärtetem Material, welches allein zur Verfügung stand) würde vielleicht auf Phaeophyceenstärke hinweisen, welche nach Fr. Schmitz[1]) durch Jod gar nicht gefärbt wird; aber auch von diesen Körnern giebt Fr. Schmitz an, dass sie stets im Plasma ausserhalb der Chromatophoren gebildet werden, während die in Rede stehenden hellen Punkte jedenfalls in deren Substanz liegen.

Ich muss daher die Frage nach der Bedeutung der beschriebenen Bilder offen lassen, bis das Studium lebenden Materials vielleicht eine Entscheidung ermöglichen wird.

---

[1]) Pfitzer, Bacillariaceen, p. 34; Schmitz, Chromatophoren, p. 145.

[2]) l. c. p. 39.

[3]) l. c. p. 41.

65. F. Temme: Ueber das Chlorophyll und die Assimilation der Cuscuta europaea.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 27. November 1883.

Gelegentlich einer Untersuchung über das Eindringen der Haustorien der *Cuscuta europaea* in die Nährpflanze, welche ich im vergangenen Sommer ausführte, machte ich die Wahrnehmung, dass das Plasma in den Zellen des Schmarotzers, welcher seither für chlorophyllfrei und für einen echten Parasiten gehalten worden, eine grünliche Färbung besitzt. Da Wiesner[2]) bereits in einigen früher ebenfalls für chlorophyllfrei gehaltenen Orobanchen, sowie in *Neottia Nidus avis* das Vorhandensein von Chlorophyllfarbstoff constatirt hat, kam ich auf die Vermuthung, dass vielleicht auch die *Cuscuta* nicht vollständig des Blattgrüns entbehre. Ich prüfte sie deshalb eingehender und meine Vermuthung bestätigte sich, indem besagter Farbstoff als mit dem Chlorophyll identisch sich erwies.

Die zunächst ausgeführte mikroskopische Untersuchung ergab den Befund, dass der grüne Farbstoff theils in Form ergrünten Plasma's, theils an individualisirte Plasmamassen, an Plasmakörner, gebunden, in der *Cuscuta* auftritt. In letzterer Form fand ich ihn namentlich in den Blüthenköpfchen, in ersterer in den übrigen Theilen. Nunmehr versuchte ich an einem alkoholischen Auszuge, bei dessen Herstellung auf sorgfältige Entfernung jeglicher der Nährpflanze angehörigen Theile Bedacht genommen worden war, eine spektroskopische Prüfung. Das Resultat erwies sich als positiv, indem die Absorptionsstreifen im Spektrum sich vollkommen mit denen des Chlorophyllfarbstoffes deckten. Sie unterschieden sich nur dadurch, dass sie eine etwas geringere Intensität besassen. Ein mittelst eines Heliostaten auf die Flüssigkeit geworfener Lichtkegel nahm ferner eine röthliche Farbe an; es zeigte sich eine Fluorescenzerscheinung, wie sie eben dem Chlorophyll charakteristisch ist. Durch Schütteln des weingeistigen Extractes mit Aether und Salzsäure erhielt ich in der unten stehenden Salzsäure einen blaugrünen, in der oben stehenden Aetherschicht einen gelben Farbstoff, so

---

1) l. c. p. 151

2) Wiesner, Untersuchungen über die Farbstoffe einiger für chlorophyllfrei gehaltenen Phanerogamen. Pringsheim's Jahrb. Bd. VIII, 1872, p. 575.

dass auch hierdurch das Vorhandensein von Chlorophyll nachgewiesen wurde.

Schliesslich prüfte ich die *Cuscuta* auch noch nach physiologischer Seite hin, indem ich einen Assimilationsversuch mit ihr machte. Ich erhielt auch hier ein positives Resultat — Der Versuch wurde in folgender Weise angestellt: Ein mit zwei seitlichen Oeffnungen versehenes Glasgefäss, in welches die von fremden Theilen sorgfältig gereinigte *Cuscuta* gebracht worden war, wurde einerseits mit einem continuirlichen Kohlensäure- und Wasserstoff-Entwicklungsapparate, anderseits mit einem Cylinder, in welchem über einer niedrigen Wasserschicht eine Stange Phosphor hing, luftdicht verbunden. Behufs Absorption etwa mitgerissener Salzsäure war zwischen dem Kohlensäure-Entwickelungsapparat und dem die *Cuscuta* enthaltenden Gefäss noch ein Cylinder mit Wasser, sowie zwischen dem Wasserstoff-Entwickelungsapparat und dem *Cuscuta*-Gefäss ein solcher mit Kalilauge eingeschaltet, um etwa entstehenden Arsen- und Schwefelwasserstoff zu binden. Nun wurde die *Cuscuta* in dem Gefässe verdunkelt und so lange ein Strom von Wasserstoff und Kohlensäure durch den Apparat geleitet, bis keine Oxydation des Phosphors mehr erfolgte. Hierauf wurde mittelst eines Hahnes die zur Phosphorstange führende Glasröhre geschlossen und die *Cuscuta* eine Zeit lang dem Sonnenlichte ausgesetzt. Nach circa 10 Minuten wurde der Hahn wiederum geöffnet und es traten nun an dem Phosphor weisse, von phosphoriger Säure herrührende Dämpfe auf, zum Beweise, dass Abscheidung von Sauerstoff von der Zerlegung von Kohlensäure durch die *Cuscuta* herrührend, stattgefunden hat.

Noch bemerke ich, dass meine Untersuchungen sich nur auf die *Cuscuta europaea* beziehen. Indessen lässt sich nun wohl mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass auch die übrigen Arten nicht chlorophyllfrei sind.

Pflanzenphysiolog. Institut der königl. landwirthschaftl.
Hochschule in Berlin.

66. Franz Buchenau: Eine verkannte deutsche Phanerogame.

Eingegangen am 23. November 1883.

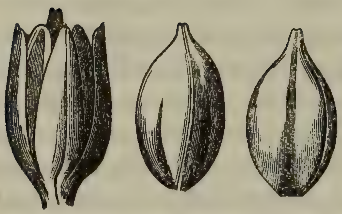
Die Dünenthäler der ostfriesischen Inseln (vielleicht auch die der nordfriesischen Inseln, von denen ich aber noch keine besuchen konnte) werden bewohnt von einer sehr eigenthümlichen *Juncus*-Form aus der Untergattung: *Junci septati*, einer Form, welche zunächst verwandt ist mit *J. lampocarpus*, *alpinus* und *acutiflorus*. Während die älteren Botaniker, welche die Inseln besuchten (z. B. Mertens und selbst noch Lantzius-Beninga und Wessel in seiner Flora Ostfrieslands), sie einfach als *J. alpinus Vill.* (bezw. *J. fusco-ater* Schreb.) ansehen, führte G. F. W. Meyer sie schon in der Chloris hannoverana, 1836, p. 566 als „*J. fusco-ater* Schreber, Spielart *α coarctatus*; engspirrige braunschwarze Simse“ auf, behält aber in der Flora hannoverana excursoria, 1849. die Varietät nicht bei. — Ich selbst bin wohl der Erste gewesen, welcher (in der Schrift: Kritisches Verzeichniss aller bis jetzt beschriebenen Juncaceen, 1880, p. 98—100 und dann wieder in der Flora der ostfriesischen Inseln, 1881, p. 137) hervorgehoben hat, dass die Pflanze von *Juncus alpinus* als Art zu trennen ist. Ich führte sie als *J. atricapillus* Drejer auf (mit welchem sie zweifellos identisch ist), besprach aber auch ihre nahe Verwandtschaft mit dem mir damals noch zweifelhaften *Juncus anceps* Lah.

Unter diesen Umständen musste es mir besonders lieb sein, unter den Juncaceen des Reichsherbariums zu Leiden, welche mir im August und September d. J. zur Revision vorlagen, ein Original-Exemplar des *Juncus anceps* von Jean de Laharpe zu finden. Es ist dies eine fruchttragende Pflanze aus den Dünen von Bayonne; die Beleg-Exemplare bildeten früher einen Theil des Persoon'schen Herbariums; aus einer beiliegenden von van Hall geschriebenen Etikette geht hervor, dass de Laharpe ihr ursprünglich einen anderen nicht publicirten Artnamen gegeben hatte. — Bis dahin hatte mir nur ein von Gay bei le Mans gesammeltes Exemplar vorgelegen, welches auch als Original-Exemplar zu betrachten ist, da Laharpe diesen Standort ausdrücklich aufführt, welches aber nur junge Blüten, keine entwickelten Früchte, besitzt. — Die Untersuchung des fruchttragenden Exemplares von Bayonne gestattete mir nun, Klarheit über *Juncus anceps* und über seine Beziehung zu unserer deutschen Pflanze zu erlangen, und erlaube ich mir daher, hierüber an dieser Stelle Mittheilung zu machen.

Unsere deutsche Dünenpflanze ist durch folgende Kennzeichen von

Juncus alpinus Vill. verschieden. Die horizontale Grundachse ist lang (nämlich sowohl ziemlich langgliedrig, als auch von längerer, d. i. mehrjähriger Dauer) und trägt mehrere, abwechselnd rechts und links stehende Triebe; die Stengel sind meistens flachgedrückt, jedoch selten (und dann nur am Grunde) bis zum Zweischneidigen; die Lamina ist gleichfalls meistens von der Seite her flachgedrückt, zuweilen auf dem Rücken gekielt, wo sich dann dieser Kiel mehr oder weniger weit auf den Rücken der Scheide fortsetzt. Der Blüthenstand ist sehr reichköpfig und ungemein zusammengezogen; die Aeste sind (ebenso wie bei *J. alpinus* Vill.) steilaufgerichtet; dabei sind aber die Internodien viel kürzer als bei *J. alpinus*, und es erscheinen daher die zahlreichen Köpfchen weit gedrängter als sowohl bei dem ächten (wenigköpfigen) *J. alpinus* Vill., wie bei seiner reichköpfigen Form der Ebene, welche Schreber unter dem Namen *J. fusco-ater* beschrieben hat. Die Blüthen sind meistens noch kleiner als bei *J. alpinus*; die äusseren Perigontheile sind stumpflich und dabei undeutlich stachelspitzig,[1]) die inneren stumpf (bei *J. alpinus* sind jene stumpf mit deutlich rückenständiger Stachelspitze, die inneren abgerundet-stumpf). Die Frucht ist elliptisch-dreikantig, in eine kurze Spitze verschmälert und ragt kaum mit dieser Spitze über das Perigon hervor, während sie bei *J. alpinus* fast prismatisch-dreikantig, abgerundet-stumpf mit aufgesetzter Stachel-

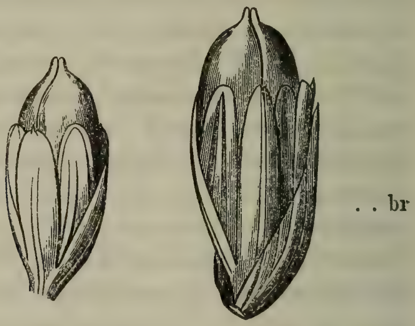
Fig. 1.



$^{10}/_{1}$

Juncus atricapillus Drej. Borkum.

Fig. 2.



$^{10}/_{1}$

Juncus alpinus Vill. Bern. *Juncus alpin.* Vill. Cogne.

---

1) Die äusseren Perigonblätter sind weit weniger stumpf als bei *J. alpinus* und die Stachelspitze ist weniger deutlich abgesetzt und weit kürzer als bei dieser Art. Gehen nun die zarten Hautränder verloren, so erscheinen die äusseren Perigonblätter spitz. An meinen Pflanzen aus Etrurien scheint aber der zarte Hautrand wirklich zu fehlen. Ich darf bei dieser Gelegenheit wohl darauf hinweisen, wie grosse Vorsicht überhaupt bei Benutzung von älterem Herbariumsmaterial von *Juncus*-Arten nöthig ist, wenn es auf die zarten Hautränder der Perigonblätter ankommt. Bücherläuse, Schimmel und die mechanische Reibung beim Gebrauche des Herbariums arbeiten gleichzeitig an der Zerstörung derselben, so dass sie zuweilen ausgezackt erscheinen, manchmal aber auch ganz zerstört sind.

spitze ist und das Perigon um die Hälfte seiner Länge und oft noch mehr überragt.

Diese Pflanze ist auch in den Dünenthälern von Jütland unfern des Cap Skagen nicht selten. Sie wurde zuerst von S. T. N. Drejer in seinem Aufsatz: Bidrag til den danske Flora (Kroyer's Tidsskrift, 1838, II, p. 182) unter der Bezeichnung: *J. atricapillus* erwähnt; die damals zugesagte Diagnose bezw. Beschreibung ist aber nie erschienen. Erst 1851 gab Lange in der ersten Auflage seines Handbuches der dänischen Flora eine Diagnose, und 1869 veröffentlichte derselbe Gelehrte in der Flora danica, Band 16, auf Taf. 2771 eine vortreffliche Abbildung nebst Beschreibung. Reichenbach's inzwischen veröffentlichte Abbildung: Deutschlands Flora, Taf. 407, Fig. 911 ist höchstens als Habitusbild brauchbar, die Analysenzeichnungen sind ganz ungenau, und der Text[1]) ist mit dem Texte zu Fig 909 und 910 derselben Tafel (*J. atratus* Krocker) in einer Weise durch einander gemischt, dass man nicht weiss, welche Angabe zu der einen, welche zu der anderen Pflanze gehören soll.

Dieselbe Pflanze kommt auch auf der schwedischen Seite des Kattegat in der Landschaft Halland vor, woher Fries sie im Herb. norm. XI, 68[2]) ausgegeben und in den Novitiae florae suecicae, Mantissa III, 1842, pag. 23 unter dem Namen: *J. atratus* beschrieben hat; daselbst wird auch nach Nyman's Angabe Gothland als Fundort genannt. Fries erwähnt, dass er wegen dieser Form längere Zeit hindurch über den Unterschied von *J. acutiflorus* und *articulatus* unsicher gewesen sei, dass sie sich aber bei genauerer Prüfung als eine gut verschiedene Art erweise.

Wenden wir uns nun zu *J. anceps* Lah. In seinem vortrefflichen Essai d'une monographie des vraies Joncées (Mémoires de la société d'histoire naturelle de Paris, 1825, Bd. IV) beschreibt Jean de Laharpe pag. 126 diese Pflanze von Le Mans, Bayonne und Montpellier und characterisirt sie:

J. culmo erecto, basi subancipiti, apice tereti; foliis subancipitibus; vaginis dorso carinatis, panicula decomposita, erecta; spicis 4—6 floris; perigonii foliolis subaequalibus, exterioribus acute mucronatis, interioribus obtusis, capsula ovoideo-ellipsoidea triquetra rostrata vix brevioribus.

Diese im Ganzen vortreffliche Diagnose wurde aber abgeschwächt durch den Zusatz: *J. anceps* a le port du *J. acutiflorus* et du *J. ustulatus* Hoppe (i. e. *J. alpinus* Vill.), le périgone de ce dernier et la capsule de certaines variétés du premier, quoique un peu plus courte; ses feuilles et ses tiges comprimées et marquées de deux angles plus ou moins saillans, la distinguent de toutes les éspeces voisines. — Bei *J. ustulatus* findet sich überdies der verwirrende Zusatz: Le *J. anceps* en diffère par le bec qui termine sa capsule.

---

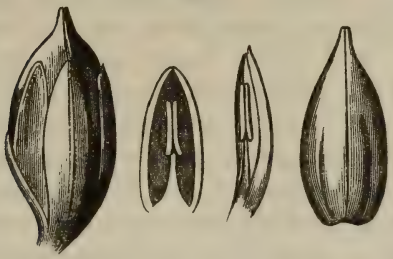
[1]) Die Pflanze ist überdies irrthümlich mit dem Namen *J. nigricans* Drejer bezeichnet.

[2]) Ich selbst sah diese Pflanze noch nicht.

Diese Zusätze haben viel Verwirrung gestiftet und namentlich auch die richtige Deutung unserer deutschen Pflanze erschwert. So führt z. B. James Lloyd in seiner flore de l'ouest de la France, 1854, pag. 468 den *J. anceps* nur in einer Anmerkung nach *J. acutiflorus* an, mit dem er doch, abgesehen von einer habituellen allgemeinen Aehnlichkeit, nur wenig gemein hat. Ebenso nennt Saint-Lager, Catalogue de la flore du basin du Rhône (Ann. Soc. Bot. Lyon, 1882, pag. 749) die Pflanze: intermédiaire entre le *J. lamprocarpus* auquel elle ressemble par les fruits et le *J. acutiflorus* dont elle a le port (eine habituelle Aehnlichkeit mit *J. acutiflorus* ist übrigens auch bei unserer deutschen Pflanze unverkennbar). — Grenier und Godron dagegen (Flore de France, 1855-1856, III, pag. 347) charakterisiren ihn vortrefflich und geben als Standort an: Lieux humides et marécageux; la Nièvre, le Cher; Loir-et Cher; la Sarthe, Maine et Loire; Montpellier (Laharpe); ähnlich sind die Angaben bei A. Boreau, flore du Centre de la France, 1857, II. pag. 608.

Die älteste Abbildung von *J. anceps* gab Aug. Mutel in seiner flore francaise, 1836, Tab. 75, Fig. 565; ich konnte dieselbe, da die Tafeln auf der Göttinger Bibliothek fehlen, leider nicht einsehen, indessen ist sie nach Duval-Jouve nur wenig befriedigend. Gut sind dagegen die Abbildungen, welche J. Duval-Jouve in seiner Arbeit: De quelques *Juncus* à feuilles cloisonnées (Revue des sciences naturelles, 1872, pag. 117—150) giebt. Er bildet auf Taf. V eine Blüthe mit Frucht, sowie einen Querschnitt der Grundachse, ferner auf Taf. VI Querschnitte von einem Stengel und einem Laubblatte ab. Jene Abbildung der Blüthe (Taf. V, Fig. 9) zeigt, da sie unmittelbar neben der Abbildung einer Blüthe von *J. acutiflorus* steht, den enormen Unterschied beider Arten auf das Deutlichste, so dass von näherer Verwandtschaft nicht die Rede sein kann. — Duval-Jouve führt, pag. 145, als Standorte des *Juncus anceps* an: Algier, Arles, den Strand des Herault u. s. w. Dazu kommt dann noch, um das hier sogleich zu erwähnen (zuerst bei Parlatore, flora italiana, 1852, II, pag. 338) die westliche Küste von Italien, anscheinend von Etrurien bis in die Gegend von Rom, sowie die Meeresküste bei Triest, so dass *J. anceps* als eine westeuropäische, bis in das Centrum von Frankreich vordringende Pflanze, erscheint. Sehr auffallend ist es dabei, dass sie in Spanien (Willkomm und Lange), auf den Balearen (P. Marès et Gn. Vigineix, Catalogue raisonné), auf Corsika und Sardinien, in Grossbrittanien und Irland, in der Normandie (Brébisson) fehlt, während sie für die Bretagne (Aug. Liégard, flore de Bretagne, 1879, pag. 201) als sehr selten angegeben wird.

Fig. 3.



$^{10}/_{1}$

Juncus anceps Lah. Bayonne.

Die Vergleichung der deutschen Dünenpflanze (*J. atricapillus*) mit *J. anceps* zeigt nun, dass beide im Blüthenbau übereinstimmen. Sie haben kleine Blüthen, welche lange Zeit so eng geschlossen sind, dass oft noch zur Fruchtreifezeit die inneren Blüthentheile von den äusseren fast ganz umschlossen werden, und die Blüthen daher den Eindruck von Knospen machen. (Vergl. besonders die Abbildung der Blüthe von Borkum; die Blüthe des Exemplares von Bayonne zeigt dies viel weniger deutlich, z. B. wohl deshalb, weil das Exemplar schon circa 80 Jahre lang im Herbarium[1]) liegt; da sie aber die einzige Blüthe mit erhaltenen Hauträndern war, so habe ich sie meinem Grundsatze getreu genau so abgebildet, wie sie nach dem Aufweichen vorlag.) Das Perigon stimmt in seinem Bau überein. Die zugespitzte Frucht ragt entweder nur mit ihrer Spitze oder doch nur mit ihrem oberen Theile über das Perigon hervor. Wie anders bei *J. alpinus*, wo die äusseren Perigontheile die inneren Blüthentheile nicht verdecken, und die stumpfe, stachelspitzige Frucht weit über das Perigon hervorragt! Der Unterschied ist so deutlich, dass man bei Pflanzen mit wohl entwickelten Früchten nicht leicht über ihre Zugehörigkeit in Zweifel sein kann. — *J. anceps* und *atricapillus* zeigen im Uebrigen aber auch manche Verschiedenheiten. *J. anceps* hat einen weniger zusammengesetzten und weniger gedrängten Blüthenstand als unser *J. atricapillus*. Am merkwürdigsten jedoch ist die Verschiedenheit im Baue des Stengels und der Laubblätter. Während die westeuropäische Pflanze nach den Versicherungen aller Beobachter, darunter des so genauen Duval-Jouve, stets caules basi ancipites und lamina a latere compressa, vagina dorso carinata hat, ist dies bei der Pflanze unserer Inseln durchaus nicht immer und auch nicht so ausgeprägt der Fall. Pflanzen mit runden Stengeln, runder Lamina und gerundetem Rücken der Blattscheide sind auf Borkum, Norderney, Langeoog, sowie in Jütland durchaus nicht

---

1) An trockenen Herbariums-Exemplaren tritt überhaupt, wie leicht einzusehen ist, dieses Kennzeichen viel weniger deutlich hervor als an frischen oder aufgeweichten.

selten. Auch der *J. alpinus* verhält sich hierin verschieden, wie ich bereits früher (Kritisches Verzeichniss pag. 99) hervorgehoben habe, ein Umstand, der mich früher immer an der Art-Berechtigung von *J. anceps* irre machte. Häufig sind allerdings bei *J. alpinus* zusammengedrückte Stengel und Blätter, und nicht selten sind sogar die Blattscheiden auf dem Rücken gekielt, daneben findet man aber auch stielrunde Stengel und Blätter und auf dem Rücken gerundete Blattscheiden. Selbst *J. lamprocarpus*, welcher meistens runde Stengel und Blätter besitzt, zeigt zuweilen — namentlich an schräg-aufsteigenden Pflanzen — stark zusammengedrückte. Darum erscheint mir dieses Kennzeichen zu einer specifischen Trennung nicht genügend.

Ich komme also zu dem Schlusse, dass *J. anceps* und *atricapillus* von *Juncus alpinus* zu trennen, dass sie aber am zweckmässigsten als zwei geographische Rassen Einer Species zu betrachten sind, welche dann den Laharpe'schen Namen führen muss, obwohl derselbe freilich für die deutsche Pflanze nicht immer passt. Uebrigens ist auch der Name „*atricapillus*“ keineswegs glücklich gewählt, denn von schwarzen Haaren ist an der Pflanze keine Spur zu finden; vielleicht hat der Blüthenstand der gedrängtesten Formen mit einem Knäuel ausgekämmter schwarzer Haare verglichen werden sollen. —

Interessant wird es sein, die geographische Verbreitung beider Rassen genauer zu vergleichen. Unser *atricapillus* besitzt das Centrum seiner Verbreitung auf den ostfriesischen Inseln. Häufig ist er auch auf fast allen westfriesischen (holländischen) Inseln; denn offenbar bezieht sich auf ihn die Angabe von Fr. Holkema, de Plantengroei der Nederlandsche Nordzee-Eilanden, 1870, pag 118:

„Nr. 1073. *J. alpinus* Vill. — Ziemlich der häufigste *Juncus* auf unsern Inseln; abgesehen von Rottum kommt er auf den übrigen Inseln in fast allen Dünenthälern und nicht immer auf schlammigem Boden vor. Exemplare von 5—8 *dm* Höhe fand ich nicht selten, welche ich mehrfach mit *J. silvaticus* verwechseln sah, weil die innern Perigonblätter oft einen umgeschlagenen Rand haben und dadurch spitz aussehen. . . .“

Wahrscheinlich kommt er auch in den Dünenthälern der belgischen Küste vor, für welche B. Du Mortier in seinem Bouquet du littoral belge, 1869, pag. 50, den *J. fusco-ater* Schreb. angiebt. Weiter nach Westen hin habe ich ihn aber nicht verfolgen können. In A. de Brébisson, flore de la Normandie, 5. Aufl., 1880, ist weder *J. alpinus* Vill. noch *J. anceps* erwähnt. — Nach der anderen Seite hin sind Jütland, der schwedische Küstenstrich Halland am Kattegat und Gothland als Standorte erwähnt; dagegen scheint die Pflanze an den übrigen Küsten der Ostsee zu fehlen. Ihr Verbreitungsbezirk ist also nur ein sehr beschränkter.

Der ächte *J. anceps* kommt zunächst in der Bretagne vor, ist in

West-, Süd- und Mittelfrankreich weit verbreitet, greift nach Algier[1]) hinüber und findet sich an der Westküste Italiens. Endlich besitze ich aber auch Exemplare aus Triest, welche Biasoletto („in maritimis, m. Julio 1824) sammelte, und welche ich nach dem Baue des Perigones und der Frucht, sowie nach dem entschieden zweischneidigen Stengel hierher ziehen muss. Dieses Verbreitungsareal ist zwar grösser als das unserer deutschen Form, aber immerhin noch beschränkt genug. — In Grossbrittanien scheinen beide Pflanzen zu fehlen.

Beide Formen wären nun folgendermassen zu charakterisiren:

Juncus anceps Lah. — Aff. *Juncò alpino.* Rhizoma horizontale longum. Caules erecti, stricti, 20—50 *cm* alti (rarius ultra) Inflorescentia decomposita, multicapitata; ramis erectis. Capitula parva, 3—6 (rarius usque 8) flora. Flores parvi. Tepala aequilonga, oblongo-ovata, externa obtusiuscula et indistincte mucronata sive acutiuscula, interna obtusa. Fructus elliptico-trigonus, breviter acuminatus, unilocularis, perigonium vix vel paullo superans.

α genuinus. Caulis basi anceps, apice teres. Vagina folii compressa, dorso carinata, lamina a latere ancipite-compressa. Inflorescentia decomposita, ramulis capitula pluries superantibus.

Duval-Jouve (l. c. pag. 117) weist darauf hin, dass zwei Formen vorkommen (zuweilen, v. pag. 139, auf derselben Pflanze) mit stärker verzweigter Inflorescenz und kleinen Köpfchen und mit zusammengezogener Inflorescenz und grösseren Köpfchen.

β atricapillus Drejer (qua spec.). Caulis basi teres vel compressus. Vagina folii subcompressa, dorso rotundata vel subcarinata, lamina teres vel a latere compressa. Inflorescentia supradecomposita plerumque densa, capitulis permultis, ramuli plerumque capitulis paullo longiores.

J. Lange unterscheidet in der Flora danica 3 Formen dieser Pflanze:

1. *typicus* (Tab. 2771, Fig. 1).
2. *sparsiflorus* Lge. (Fig. 2), gracilior, glomerulis remotis, paucifloris.
3. *congestus* Lge. (Fig. 3), humilior, cyma ob ramulos abbreviatos contracta, glomerulis multifloris. (Ich fand auf Borkum eine hierher gehörige Pflanze mit völlig geknäueltem Blüthenstande, bei der aber die einzelnen dicht an einander gedrängten Köpfchen doch nur wenigblüthig waren).

Bemerkung: Die Figuren sind sämmtlich in zehnfacher Vergrösserung gezeichnet. Von der Borkumer Pflanze sind zwei etwas verschieden gestaltete Früchte abgebildet. — Die Blüthe des Exemplars von Cogne in Piemont ist mit ihrem Deckblatte (br) gezeichnet.

---

1) E. Cosson et Durieu de Maissonneuve, Explor. scientif. de l'Algérie, Botan., 1854—67, II, p. 266, führen den *J. anceps* Lah. als „*J. sylvaticus* Reich. var. *anceps* auf; dies ist wohl nur erklärlich, wenn ihnen entweder Exemplare mit unentwickelten Blüthen oder eine ganz andere Pflanze vorgelegen hat.

67. Fr. Thomas: Synchytrium pilificum n. sp.

Eingegangen am 23. November 1883.

Die Cecidien der Pflanzen werden wie bekannt, durch pflanzliche und thierische Parasiten sehr verschiedener Art erzeugt, ohne dass die äussere Erscheinung der pathologischen Neubildung in allen Fällen einen sicheren Rückschluss auf die systematische Stellung des Urhebers gestattet. Missdeutungen der Natur der Pflanzenauswüchse sind deshalb naheliegend, und ganz besonders ist die Geschichte der Kenntniss der Phytoptocecidien reich an solchen Irrungen. Während die *Erineum*-Bildungen noch in den ersten Decennien unseres Jahrhunderts für Pilze gehalten wurden, sind später wiederholt Gebilde, die in der That Pilze zu ihren Urhebern haben bezw. selbst Pilze sind, als Milbengallen beschrieben worden. Auch die durch *Synchytrium* erzeugten Cecidien sind z. Th. dazu angethan, den Entomologen, der nur ausnahmsweise einen Pflanzenauswuchs anatomisch untersuchen wird, irrezuleiten. Als mir vor Jahren von einem schottischen Entomologen eine auf *Mercurialis perennis* bei Glasgow gemeine Milbengalle signalisirt wurde, konnte ich getrost und ohne das Object gesehen zu haben dem Schreiben antworten: er werde *Synchytrium mercurialis* vor sich haben. Dem zeitweisen Vorkommen vagirender Gallmilben in Cecidien anderen Ursprungs möchte es zuzuschreiben sein, dass kürzlich einer unserer tüchtigsten Gallenforscher zu einer ähnlichen Missdeutung verleitet wurde.

Das Object, um welches es sich in diesem Falle handelt, sah ich zuerst in demjenigen Theile von Alex. Braun's Herbar, der mir 1869 zur Durchsuchung auf Milbengallen vorlag. Es war ein kleines Exemplar von *Potentilla Tormentilla* Sibth., von G. Engelmann im Bruch am Forsthause bei Frankfurt a. M. 1825 oder 1826 gesammelt, welches zierliche, hellgelbliche, strahlenförmige Haarbüschelchen vereinzelt auf den Blättern und fast bürstenartig, aber doch nicht continuirlich, am Stengel besass. Die Stellung der Haare in einzelne quasi individuelle Büschel entspricht nicht der Natur der durch *Phytoptus* erzeugten *Erineum*-Bildungen im engeren Sinne, die immer den Charakter von kleinen Rasen tragen, welche höchstens durch angrenzende Nerven (wie in den Nervenwinkeln) eine regelmässige Begrenzung erfahren. Die *Tormentilla*-Haarbüschel würden unter den Milbengallen daher nur jenen Trichomen zu vergleichen gewesen sein, welche die Mündung der von Bremi *Cepaloneon* und *Ceratoneon* genannten Blattgallen zuweilen krönen, z. B. bei *Prunus*, *Ulmus*, *Betula*. Eine solche Ausstülpungsgalle fehlte hier; ich bezweifelte deshalb die Urheberschaft des *Phytoptus* und schloss jene *Tormentilla* von der Bearbeitung aus. Ein ebenfalls dürftiges Exemplar vom gleichen Fundort ist durch Tausch an Bremi gelangt. Im Herbar des letzteren zu Zürich ist es mit dem Zusatz versehen: „Nicht von Larven. Phylleriacei. *Chaetotrichum*? Rabh.“

Gelegenheit zur Untersuchung frischen Materials erhielt ich im Herbst 1880 durch Auffindung des Cecidiums in der Nähe von Ohrdruf, wo es auf einer sehr kleinen Stelle einer tief gelegenen, im Frühjahr zuweilen überschwemmten Wiese nicht gar weit vom Waldrande vorkam. Die wenigen damals eingelegten Exemplare und angefertigten Präparate sind leider das einzige Material, das mir jetzt zur Verfügung steht. Die bald nach jener Zeit erfolgte Umackerung eines angrenzenden Wiesentheils scheint das Verschwinden des Parasiten an jener Stelle zur Folge gehabt zu haben.

Die erwähnten Haarbüschel finden sich an meinen Exemplaren an Stengeln, Blüthenstielen, Wurzel-, Stengel-, Kelch- und Blumenblättern, am häufigsten auf den Laubblättern und zwar auf deren Oberseite etwas häufiger als auf der Unterseite, am Blattrand sowohl wie auf der Fläche, häufiger auf den Blattnerven als neben denselben. Jederzeit bilden sie nur die Krone einer nicht sehr auffälligen cylindrischen Warze von 0,34 bis 0,39 *mm* Querdurchmesser, welche sich auf den Blättern 0,11 bis 0,27 *mm* hoch über die umgebende Fläche erhebt. Auch das Parenchym der Blattstelle, welche den Auswuchs trägt, nimmt an der Wucherung Theil, und die Gesammtdicke der Lamina incl. Auswuchs (wie vorher bis zum Grund der freien Haare gemessen) beträgt 0,3 bis 0,43 *mm.* Die Zahl der Haare eines Büschels schwankt beträchtlich, liegt aber in der Regel zwischen 20 und 35. Die trichomfreie Basis der Warzen ist an den getrockneten Exemplaren bald von gelblichgrüner, bald von einer rothvioletten Farbe. Auf der dem Cecidium gegenüberliegenden Blattfläche ist an getrocknetem Material die betreffende Stelle in der Regel durch einen nur wenig dunkleren, kreisförmigen, schwach convexen Fleck von ca. 0,35 *mm* Durchmesser gekennzeichnet.

Zartere Stengel, wie die Blüthenstiele, erfahren zuweilen durch die Auswüchse eine Verkrümmung mit dem Cecidium auf der concaven Seite. An den Kelchblättern sieht man den Auswuchs häufig, an Blumenblättern fand ich ihn nur einmal in einer sehr stark befallenen Blüthe. Er sass sehr nahe der Basis des Blumenblattes, dessen Abgliederung er verhindert hatte, während die drei übrigen Petala wohl schon lange vorher abgefallen waren, — eine Wirkung, die auch von anderen Cecidienbildungen bekannt ist und z. B. die durch Aphiden deformirten Ulmenblätter an den entlaubten Bäumen zurückhält. Dass jene *Tormentilla*-Blüthe trotzdem drei normale Früchte enthielt, kann als Beweis für die relative Unschädlichkeit dieser Gallenbildung gelten. Auch die

Laubblätter scheinen durch dieselbe nicht zu leiden. Zwar sah ich ein Wurzelblatt von bleichgelber Farbe mit vielen grünen Flecken, die den zahlreichen Cecidien entsprechen, aber ich weiss nicht, ob das chlorotische Aussehen schon im Sommer bestanden und auf Rechnung der Nahrungsentziehung durch den Parasiten zu setzen ist. Dass Blattgallen im Herbst länger grün bleiben können als das umgebende normale Parenchym, ist eine bekannte Erscheinung.

Im centralen Durchschnitt erkennt man gleichsam als Kern jeder solchen haarbüscheltragenden Warze eine grosse braune Zelle, die ich nur für die in ihrer Nährzelle noch eingeschlossene und letztere ganz ausfüllende Dauerspore eines *Synchytrium* halten kann, in welcher Beurtheilung mir Herr P. Magnus, dem ich das Präparat vorlegte, beistimmt. Seiner Ansicht nach steht die Art dem *Leucochytrium mercurialis* am nächsten. Die Dauerspore ist in den Blattwarzen kurzelliptisch oder sphäroidisch geformt, oben zuweilen etwas abgeplattet und mit ihrem kurzen Durchmesser von 0,08 bis 0,13 *mm* senkrecht zur Blattfläche gelegen; letzterer parallel hat sie 0,126 bis 0,14 *mm* Durchmesser. Das Verhältniss beider Durchmesser zu einander schwankt zwischen 1 : 1,1 und 1 : 1,64 und beträgt im Durchschnitt 1 : 1,3. Andere Dauersporen, die ich durch Erwärmen mit Kalilauge befreite, waren, obgleich auch aus den Blattcecidien stammend, genau kugelig oder höchstens von einem Durchmesserverhältnisse 1 : 1,2. Sie zeigten zwei Membranen, eine äussere starke und eine jene nicht ganz ausfüllende Innenhaut, sowie einen grossen Fetttropfen.

Obwohl die Nährzelle ziemlich tief in den Auswuchs eingesenkt erscheint, halte ich sie doch für eine Epidermiszelle, die nur durch starke Hypertrophie des angrenzenden Gewebes und haarförmiges Auswachsen der benachbarten stark gehobenen Epidermiszellen trotz ihrer eigenen enormen Vergrösserung derart überwuchert worden ist, dass sie den Charakter des Scheitels der ganzen Warzenbildung nur in besonders gelungenen Schnitten noch wahrnehmen lässt. Da bisher Trichombildung durch *Synchytrium* noch nicht bekannt war, habe ich der Art den Namen *pilificum* gegeben.

Die Haare, welche *Potentilla Tormentilla* normal am Stengel und angedrückt an den Rändern sowie auf den Nerven des Blattes, spärlich auf der Oberseite, reichlich an der Unterseite, trägt, sind einzellig, in eine scharfe Spitze allmählich verjüngt und in ihren Wänden stark verdickt. Die Trichome der Cecidien sind gleichfalls einzellig, aber bei einer Maximallänge von meist 0,4 bis 0,65 *mm* (1 *mm* nie erreichend!) kürzer gespitzt, dicker, selbst sackförmig (nicht selten 0,035, in einzelnen Fällen bis gegen 0,055 *mm* dick) und haben nur dünne Wände. Gewöhnlich sind diese gegensätzlichen Eigenschaften in der Mitte des Haarbüschels am stärksten ausgeprägt. Etwa beigemischte normale Haare sah ich nur im peripherischen Theil des Büschels. In

Folge seiner Dünnwandigkeit fällt das Cecidienhaar später zusammen, wird bandförmig und zeigt dann häufig ähnliche Drehungen wie das Baumwollenhaar. Ich zählte 1½ bis 2, einigemal sogar 2½ Windungen. In Wasser oder in feuchte Luft gebracht, verliert sich die Drehung sehr schnell (in Wasser in etwa einer Minute), um sich in der trockenen Zimmerluft nach kurzer Zeit wieder herzustellen. Ob diese hygroskopischen Drehungen dazu beitragen können, die durch Fäulniss des Blattes frei gewordenen Cecidien zu fixiren (einzubohren) und somit vor dem Verwehen durch Wind nach vorausgegangener Trockenheit zu bewahren, könnte vielleicht durch Versuche entschieden werden. Die Dünnwandigkeit der Haare macht es aber zweifelhaft, dass sie der Fäulniss viel länger widerstehen sollten, als das Blattgewebe.

Die Weiterentwicklung der Dauerspore und die Neubildung der Cecidien durch einwandernde Schwärmsporen geschieht vermuthlich wie bei den verwandten *Synchytrium*-Arten im Frühjahr. Unter Umständen können deshalb Knospenlage und Grad der Blattentfaltung auf die Stellung der *Synchytrium*-Cecidien von Einfluss sein. Eine Bevorzugung der Blattnerven könnte dadurch Erklärung finden, dass in den vertieften Rinnen derselben das Wasser häufiger und länger sich verhalten wird, dass die Blattfalten der Knospenlage somit zu Schwimmgräben für die Schwärmsporen werden. Eine ganz regellose Vertheilung hingegen über beide Seiten der Spreite, die ich an den Wurzelblättern der *Tormentilla* gewöhnlich fand, dürfte auf gleichmässige Benetzung oder Untertauchung des Blattes zur Zeit der Einwanderung des Parasiten hindeuten.

Die Unvollständigkeit der vorstehenden Beobachtungen, besonders in Bezug auf die Entwicklungsgeschichte des Pilzes, würde mich, wie bisher, von ihrer Publication abgehalten haben, wenn nicht das in Rede stehende Cecidium neuerdings von Fr. Löw als ein „ganz eigenartiges Phytoptocecidium“ bezeichnet worden wäre (Verh. zool. bot. Ges. Wien XXXIII, 1883, S. 133). Löw's Beschreibung ist in Bezug auf äussere Merkmale so zutreffend, dass für mich ein Zweifel über die Identität beider Objecte nicht besteht. Wenn er die Länge der Cecidienhaare zu 1—2 *mm* (nach Kirchner, s. u., sogar 3‴) angiebt, so stimmt dies zwar nicht mit meinen Beobachtungen, betrifft aber ein zu unwesentliches, möglicherweise schwankendes Merkmal und könnte auch auf mangelnder Unterscheidung der pathologischen von den zuweilen den Büscheln eingemischten normalen Haaren beruhen. Gallmilben habe ich in meinem Material nie finden können. Löw's Pflanzen stammen aus dem südlichen Böhmen, wo sie der verstorbene L. Kirchner gesammelt, so dass hiermit das Vorkommen des *Synchytrium pilificum* für Frankfurt a. M., Kaplitz in Böhmen und Ohrdruf in Thüringen constatirt wäre. Löw hat das Verdienst, die sehr unvollkommene Beschreibung, welche Kirchner selbst (Lotos 1863 S. 43) gegeben, verbessert und ergänzt und dadurch die Deutung der Kirchner'schen Galle gesichert zu haben. Es wäre ein dankenswerthes Unternehmen, aus Kirchner's Nachlass auch die von ihm gesammelten Cecidien anderer Gruppen kritisch zu sichten. Vielleicht gelänge es, einige räthselhafte Objecte seiner Aufzählung der Gallen des budweiser Kreises (Lotos 1855) zu entziffern.

Eine andere, in ihrem Ursprung mir noch unbekannte, aber höchst wahrscheinlich einem Pilz zuzuschreibende hypertrophische Deformation der *Potentilla Tormentilla*, welche ich im Juli 1874 im hinteren Rainthal bei Partenkirchen beobachtete, mag hier noch kurze Erwähnung finden. Der obere Theil des Stengels und die von ihm entspringenden Blätter (letztere oft nur in ihrer basalen Hälfte mit scharfer Abgrenzung gegen den normalen Spitzentheil der Spreite) sind von wachsartigem Aussehen, gelblich grün, im getrockneten Zustande dunkelbraun, der Stengel zugleich deutlich verdickt. Die Deformation erinnert einigermassen an die durch *Exobasidium* hervorgerufenen Veränderungen anderer Pflanzen.

68. P. Ascherson: Bemerkungen über das Vorkommen gefärbter Wurzeln bei den Pontederiaceen, Haemodoraceen und einigen Cyperaceen.

Eingegangen am 26. November 1883.

Die Mittheilungen des Herrn F. Hildebrand[1]) über gefärbte Wurzeln bei *Eichhornia crassipes* und *Wachendorfia thyrsiflora* veranlassten mich, an dem mir zu Gebote stehenden Material und in der Litteratur mich umzusehen, ob diese auffallende Eigenthümlichkeit nicht in den betreffenden Verwandtschaftskreisen weiter verbreitet sei und erlaube ich mir dass Ergebniss der Gesellschaft vorzulegen.

Die Familie der Pontederiaceen hat erst kürzlich durch Herrn H. Grafen zu Solms-Laubach eine sorgfältige, auch die morphologischen und anatomischen Verhältnisse eingehend erörternde Bearbeitung[2]) er-

---

1) Berichte der deutsch. botan Ges. 1883. XXVII.

2) Alph. u. Cas. de Candolle, Suites au Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis. Monographiae Phanerogamarum etc. IV. 1883. 501 ff.

fahren. Wenn die uns beschäftigende Erscheinung, so frappant sie auch an den von Herrn Hildebrand in Freiburg vorgelegten Beispielen auftrat, in dieser Arbeit, sowie überhaupt in der bisherigen Literatur (auch Seitens derjenigen Botaniker, die die Pflanzen in ihrem Vaterlande zu beobachten Gelegenheit hatten) keine Erwähnung gefunden hat, so sollte man wohl glauben, dass es sich um eine ganz ausnahmsweise Erscheinung handele. Und doch reichen die nachfolgenden Bemerkungen, so unvollständig sie auch sind, aus, um darzuthun, dass hier wahrscheinlich eine bisher übersehene normale Eigenthümlichkeit dieser Gruppe meist tropischer Wasser- und Sumpfpflanzen von der sich ja mehrere Arten seit längerer Zeit in unseren botanischen Gärten in Cultur befinden, vorliegt.

Heteranthera reniformis R. et Pav. (Wärmeres Amerika). Die Wurzeln dieser im Königl. botanischen Garten zu Berlin cultivirten Wasserpflanze, welche sich innerhalb des Bodens befinden, zeigten Mitte November stellenweise deutlich eine helllila Färbung.

H. Kotschyana Fenzl. (Tropisches Afrika). Exemplare von Schweinfurth aus dem Bongolande (No. 2239, Königl. botanisches Museum) zeigen an der reichlich vorhandenen, augenscheinlich frei ins Wasser hineinragenden Wurzeln dieselbe etwas metallisch schimmernde dunkelblaue Färbung, welche sich an den Herbar-Exemplaren der beiden folgenden Arten bemerken lässt.

Eichhornia crassipes (Mart.) Schldl.[1]). Exemplare im Königl. botanischen Garten zeigten Mitte November an den Wurzeln nur noch hie und da eine schwache Spur der blauen Färbung, die an den Freiburger Pflanzen zwei Monate früher so auffällig auftrat; sie waren meist geschwärzt und funktionirten jedenfalls kaum mehr, während die Blätter noch frisch und grün waren. Dagegen zeigten Herbar-Exemplare (Botan. Mus.) aus Argentinien (Lorentz Flora Entreriana No. 1588), Brasilien (Sello) und Britisch Guyana (Rich. Schomburgk) eine schwarzblaue Färbung, die ohne Zweifel im Leben mit der der Freiburger Gartenpflanze übereinstimmte.

---

[1]) Bemerkungen über *Pontederia azurea* Smitz und der Familien-Verwandten. Abhandl. d. Naturforsch. Ges. zu Halle, Bd VI (1861) S. 177, wo durch einen offenbaren Schreibfehler *E. crassicaulis* steht. Ich möchte bei dieser Gelegenheit ein von den früheren Schriftstellern verschieden gedeutetes Synonym aufklären. *Pontederia tumida* „Willd. herb No. 6369" wird von Schlechtendal zuerst in Roemer et Schult., Syst Veget. VII 1140 zu *Pontederia azurea* Sw., später aber (in der citirten Abhandlung S. 158) zu *P. crassipes* Mart. gezogen. Kunth adoptirt (Enumer. IV., 129) die erstere Ansicht, setzt aber vorsichtig hinzu: „(excl. folio?)". Der wahre Sachverhalt ist folgender: Humboldt und Bonpland sammelten bei Buga am Cauca, im heutigen Columbien, beide im tropischen Südamerika weit verbreitete Arten. Als Willdenow ihre Ausbeute in Paris durchging, unterschied er anfangs, wie in seinem Herbar befindliche, offenbar in Paris gemachte Skizzen beweisen, beide Arten und nannte die durch die aufgeblasenen Blattstiele gekennzeichnete Form (*crassipes*) *P. tumida*, während er der anderen (*azurea*) einen anderen Namen gab. Später besann er sich eines — Schlimmeren und bezeichnete letztere Form als *P. tumidae var.* Im Herb. Willd. findet sich heute als *P. tumida* nur *Eichhornia azurea*, während sich unter den aus den Kunth'schen Herbar stammenden Humboldt'schen Exemplaren neben einem Blüthenstande der *E. azurea* ein Blatt der *E. crassipes* vorfindet. Für die Nomenclatur ist dieser Befund ohne Belang, da der Name *P. tumida* nur in einer kaum als Publication zu betrachtender Weise (bei Roemer u Schultes l. c.) und zwar später als die Publication der *P. crassipes* in der Litteratur erwähnt ist. Der Fall ist aber insofern lehrreich, als er zeigt, wie ein Botaniker dazu kommen kann, in seinem Herbar unrichtige Exemplare einer von ihm selbst aufgestellten Art aufzubewahren.

E. azurea (Sw.) Kth. Die lebenden Exemplare des Königl. botanischen Gartens verhielten sich ebenso wie die der vorigen Art; die blaue Farbe war aber an Herbar-Exemplaren des Botan. Museums aus Brasilien (Sello) ebenso deutlich als bei *E. crassipes*.

Pontederia cordata L. An ausgetopften Exemplaren des Königl. botanischen Gartens war eine helllila Färbung namentlich an den älteren, im Innern des Ballens befindlichen Wurzeltheilen zu bemerken, während die an der Aussenseite derselben befindlichen jüngeren Theile fast ungefärbt erschienen. Herbarexemplare der *forma brasiliensis* Solms. (Botan. Museum) von Entre-Rios (Lorentz) und Brasilien (Sello 3560) lassen deutlich eine violette Färbung erkennen.

Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass, wie Hildebrand bereits angiebt, die Färbung der Wurzeln bei den Pontederiaceen erst im vorgerückten Alter eintritt und vor dem völligen Absterben wieder unkenntlich wird, was vielleicht erklärt, dass sie so lange unbeachtet blieb. Der Umstand indess, dass sich diese Färbung bei den im Boden befestigten Wurzeln der *Heteranthera reniformis* und *Pontederia cordata* ebensowohl findet, als bei den frei fluthenden der *Heteranthera Kotschyana* und der beiden *Eichhornia*-Arten, scheint mir für Hildebrand's biologische Deutung, auf welche dieser Forscher allerdings selbst nicht allzuviel Gewicht zu legen scheint, nicht günstig. Es ist ja auch auffallend, dass die jungen Wurzeln, welche eines Schutzmittels gegen Beschädigung durch Thiere wohl eher bedürfen möchten, als die ausgewachsenen, eines solchen entbehren; ferner würde die Färbung die Sichtbarkeit der fraglichen Wurzeln zwar bei auffallendem Lichte auf dem meist dunkeln Grunde des Wassers zwar vermindern, bei durchfallendem aber vermehren.

Was nun die Familie der Haemodoraceae[1]) betrifft, so dürftenwohl der Mehrzahl der hierher gestellten Gattungen durch ein scharlach- bis dunkelblutrothes Pigment gefärbte Wurzeln zukommen. Was ich hierüber ermittelte ist Folgendes:

---

[1]) Dieselbe wird hier in dem Umfange verstanden, wie sie in Endlicher's Genera plantarum 170 ff. aufgeführt ist; also mit Ausschluss der von Bentham und Hooker (Gen. plant. III. 739) unter die Amaryllidaceae versetzten Vellozieae, sowie der von Bentham und Hooker (l. c. 678, 679) zu den Haemodoraceen gezogenen Ophiopogoneae und Conanthereae, deren nähere Verwandtschaft mit den echten Haemodoreae dem Verf. noch fraglicher erscheint, als die der Vellozieae.

Haemodorum Sm. (Neuholland). Radicee tuberibus ..... coccineis Endl. Gen. pl. 171. the fibrous roots sometimes very thick and often red Bentham Fl. Austr. VI, 418. Keine Wurzeln gesehen.

Wachendorfia L. (Süd-Afrika.) Roots of our genera [ausser *Wachendorfia* noch *Dilatris* und *Lanaria*] yielding a brilliant blood red juice which might probably be used in dying. Harvey Gen. South Afr. Plants 1838. 335. *W. thyrsiflora* L. Rhizoma carnosum fibris crassiusculis coccineis. Sims in Botan. Mag. tab. 614, 1. Jan. 1803. Die scharlachrothen Wurzeln dieser Art sah ich wiederholt an lebenden Exemplaren. An den übrigen Arten konnte ich keine Färbung sehen.

Schieckia Meisn. (Trop. Südamerika.) Die gefärbten Wurzeln der einzigen Art, *S. orinocensis* (H. B. Kth.) Meisn. an Herbar-Exemplaren (Botan. Museum) gesehen.

Hagenbachia Nees et Mart. (Brasilien.) Nicht gesehen.

Dilatris Berg. (Südafrika.) Radicibus rubris Endl. l. c. Vgl. Harvey l. c. Die gefärbten Wurzeln an Exemplaren von *D. corymbosa* Thunb. und *D. viscosa* Thunb. (Botan. Mus.) gesehen.

Lachnanthes Ell. (Nordamerika). Radice fibrosa, rubr. Endl. l. c. *L. tinctoria* Ell. colorem largitur, Rubiae similem, sed parum tenacem ideo inutilem Endl. Enchir. bot. 101. Die gefärbten Wurzeln dieser (der einzigen) Art (Botan. Mus.) gesehen.

Barberetta Harv. (Südafrika). Nicht gesehen.

Xiphidium Aubl. (Trop. Amerika). Blutroth gefärbte Wurzeln an lebenden Exemplaren der einzigen Art *X. floribundum* Sw. gesehen.

Lanaria Ait. (Südafrika). Vgl. Harvey l. c. Die gefärbten Wurzeln der einzigen Art *L. plumosa* Ait. (Bot. Mus.) gesehen.

Phlebocarya R. Br. (S.W.-Australien). Keine wohlerhaltenen Wurzeln gesehen.

Tribonanthes Endl. (S.W.-Australien). Wie vorige.

Conostylis R. Br. (Neuholland). Gefärbte Wurzeln an folgenden Arten (Bot. Mus.) gesehen: *C. vaginata* Endl., *setosa* Lindl., *setigera* R. Br., *Psyllium* Endl., *involucrata* Endl., *candicans* Endl., *deallata* Lindl., *Preissii* Endl., *bracteata* Endl., *aculeata* R. Br., *serrulata* R. Br., *caricina* Lindl., *Androstemma* F. Müll.

Blancoa Lindl. (S.W.-Australien). Keine Wurzeln gesehen.

Anigozanthos Labill. (S.W.-Australien). Gefärbte Wurzeln an folgenden Arten (Bot. Mus.) gesehen: *A. Preissii* Endl. *humilis* Lindl., *viridis* Endl., *Manglesii* D. Donn, *bicolor* Endl. Die einzige lebend zur Verfügung stehende Art, *A. flavida* Red. zeigte die Rindenschicht der Wurzeln schmutzig gelbröthlich gefärbt; eine tiefere, an alternden Wurzeln durch Abstossung des äusseren Gewebes entblösst werdende Schicht zeigt eine lebhaft dunkelrothe Färbung.

Macropidia Drumm. (S.W.-Australien). Nicht gesehen.

Lophiola Ker. (Nordamerika). Nur diese einzige monotypische Gattung scheint des in der Familie so verbreiteten Wurzelfarbstoffs völlig zu entbehren.

Aletris L. (Nordamerika, Ost- und Süd-Asien). An den Wurzeln der beiden nordamerikanischen Arten *A. farinosa* L. und *A. aurea* Walt. sowie der *A. japonica* Lmk. ist die gefärbte Schicht, ähnlich wie bei *Anigozanthos flavida*, unter dem dicken, schwammigen weissen Rindenparenchym versteckt, und kommt erst nach Zerstörung desselben zum Vorschein.

Gefärbte Wurzeln finden sich ferner auch bei manchen Cyperaceen. Ich nenne als mir gerade zur Hand befindliche Beispiele den einheimischen *Cyperus fuscus* L., dessen lebhaft purpurn gefärbte Wurzeln mehrfach in der Litteratur erwähnt sind (ob früher als in Bertoloni Fl. Ital. I, 264, der sie nicht gerade bezeichnend rufescentes nennt, habe ich nicht festgestellt), *C. difformis* L., dessen ebenso gefärbte Wurzeln mir bei einer Herbarisation in den Reisfeldern bei Mailand im October d. J. auffielen; *C. glaber* L., dessen Herbarexemplare (Bot. Mus.) dieselbe Färbung der Wurzeln zeigen als die des *C. fuscus;* endlich der westafrikanische *Rhynchospora ochrocephala* Boeckeler, welche ich in den Verhandl. des Botan. Vereins Brandenb. 1878. XXXVII irrthümlich als *Ascolepis protea* Welw. erwähnt habe[1]), und deren Wurzeln von Boeckeler (Flora 1879, 568) treffend atropurpureae genannt wurden. Der genannte Schriftsteller hat in der citirten Abhandlung auf die Färbung der Wurzeln auch noch bei mehreren andern Arten aufmerksam gemacht.

---

[1]) Der von Boeckeler a. a. O. wegen der unrichtigen Bestimmung gegen den verstorbenen Welwitsch ausgesprochene Tadel trifft nur mich, da ich beide habituell allerdings erstaunlich ähnliche, aber verschiedenen Tribus angehörige Arten ohne genauen Vergleich für identisch gehalten hatte.

Sitzung vom 28. Dezember 1883.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

de Bary, Professor Dr. in Strassburg i. Els.
Hildebrand, Professor Dr. in Freiburg i. Baden.
C. Heiligenstadt, stud. phil. in Berlin N., Kesselstr. 24, I.

Zu ausserordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

W. Laux, Pharmaceut in Berlin C., Prenzlauerstr. 45a.
Krah, Dr. phil. in Berlin SW., Pionierstr. 4, II.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Professor Dr. **L. Celakovsky** in Prag, Korngasse 45 (durch Ascherson und Magnus).
Dr. **Schinz** in Zürich (durch Ascherson und Eichler).
Dr. **Jean Dufour** in Lausanne, Avenue de Rumine z. Z. in Berlin (durch Schwendener und Pringsheim).
Dr. **Theodor Schuchardt**, Chemische Fabrik in Görlitz (durch Schwendener und Pringsheim).

Ferner:

Das Kgl. **pomologische Institut** in Proskau (durch Pringsheim und Schwendener).

Als ausserordentliches Mitglied ist vorgeschlagen:

Herr Dr. **Savastano,** Scuola superiora di Agricoltura in Portici presso Napoli (durch Wittmack und Ross).

Der Vorsitzende theilt mit, dass die Herren **Crépin** und **Beccari** für ihre Wahl zu correspondirenden Mitgliedern ihren Dank ausgesprochen haben.

Herr **Wittmack** besprach unter Vorlegung der betr. Pläne das neue botanische Institut in Lüttich und den botanischen Garten daselbst.

Mittheilungen.

69. Oscar Schmidt: Das Zustandekommen der fixen Lichtlage blattartiger Organe durch Torsion.

Eingegangen am 4. Dezember 1883.

In der Zeit vom April 1882 bis zum Sommer 1883 stellte ich unter Leitung des Herrn Professor Schwendener im botanischen Institut der Berliner Universität Untersuchungen an, welche mir über die Natur der heliotropischen Bewegungen der Pflanzentheile und über das Zustandekommen der fixen Lichtlage blattartiger Organe näheren Aufschluss geben sollten.

Bevor ich die Resultate meiner Beobachtungen mittheile, sei es mir gestattet, in Kürze auf die wichtigeren neueren Ansichten über die Mechanik des Heliotropismus kritisirend einzugehen.

Frank[1]), welcher zuerst das Zustandekommen der Lichtlage der Blätter zum Gegenstand eines eingehenden Studiums gemacht hat, gelangte behufs Erklärung desselben zur Annahme einer Polarität der Zellmembranen. Er ging von der falschen Voraussetzung aus, das Zustandekommen der transversalen Lage der Blätter sei ganz allgemein als Wirkung einer einzigen Kraft (des Lichtes) aufzufassen, obgleich es a priori nicht entschieden war, ob die übrigen das Wachsthum der Pflanzen beeinflussenden Kräfte, deren Wirkungen an transversalheliotropischen nicht minder als an anderen Organen zur Geltung kommen, nicht etwa an dem Hervorbringen der Lichtlage betheiligt sind.

Frank nahm ferner an, dass die sog. heliotropischen Drehungen durch eine direkte Einwirkung des Lichtes auf die sich tordirenden Theile zu Stande kommen. Den näheren Grund für diese Bewegungen glaubte er in einer durch das Licht bewirkten Begünstigung des Wachsthums der peripherischen Schichten zu erblicken, während er gleichzeitig ein vermindertes Wachsthum in dem centralen Theile und ein intermediäres Verhalten der dazwischen liegenden Gewebspartien annahm. Die Richtigkeit dieser Voraussetzungen zugestanden, würde die Erklärung vom mechanischen Standpunkte aus als berechtigt bezeichnet werden müssen; jedenfalls aber hätte Frank, wenn seine Vorstellung auf den Werth einer mechanischen Erklärung Anspruch machen sollte, den experimentellen Nachweis für die Richtigkeit seiner Voraussetzungen beibringen müssen. Angesichts der Thatsache aber, dass die heliotropischen Krümmungen in einem begünstigten Längenwachsthum der Schattenseite einseitig beleuchteter Organe ihren Grund haben, muss die Frank'sche Voraussetzung, dass das Licht das Wachsthum der verschiedenen concentrischen Schichten eines cylindrischen Pflanzenorgans in ungleichem Grade beeinflusse, als unbegründet bezeichnet werden. Die Möglichkeit, dass auch die sog. heliotropischen Torsionen durch eine infolge unsymmetrischer Ausbildung herbeigeführte ungleiche Belastung der Organe hervorgerufen werden könnten, hat Frank nicht erörtert.

---

[1]) Die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen und ihre Abhängigkeit vom Lichte und von der Gravitation. Leipzig 1870.

Der von Frank gemachte Versuch einer Erklärung des transversalheliotropischen Verhaltens der Blattorgane wurde von Hugo De Vries[1]) einer eingehenden Kritik unterworfen. Es wird Frank der Vorwurf gemacht, dass er die Erscheinungen der Epinastie und Hyponastie bei seinen Versuchen nicht berücksichtigt und dass er den Einfluss einseitiger Beleuchtung, sowie die durch Belastungsverhältnisse bedingten Veränderungen einer experimentellen Prüfung nicht unterzogen habe. Die Unrichtigkeit der Frank'schen Voraussetzungen beruhe auf den unberechtigten Annahmen, dass „jedesmal nur eine äussere Kraft ausschliesslich die zu erreichende Richtung bestimmt“[2]), und dass überall diese äussere Kraft direkt auf die sich krümmenden oder tordirenden Theile einwirke. De Vries weist darauf hin, dass das Gewicht der Blattspreite häufig Krümmungen der Stiele und, im Falle ungleicher Belastung beider Seiten, Torsionen hervorzurufen im Stande sei; er betont, dass wir in vielen Fällen die Torsionen der Pflanzenorgane allein als eine Wirkung des Eigengewichts aufzufassen haben und ist geneigt, die an transversalheliotropischen Organen gelegentlich vorkommenden Drehungen auf Rechnung der Belastungsverhältnisse zu setzen. Eine experimentelle Begründung dieser Ansicht brachte er jedoch nicht bei. Die Torsionen der Internodien von Pflanzen mit decussirter Blattstellung, welche Frank durch die Annahme einer direkten Einwirkung der Schwere auf die Internodien zu erklären versuchte, führte De Vries unzweifelhaft auf die Wirkung des Eigengewichts der Blätter zurück.

Die Frage nach dem Zustandekommen der fixen Lichtlage hat De Vries behufs experimenteller Untersuchung sich nicht vorgelegt. Ueberhaupt schreibt dieser Autor dem Lichte bei Erreichung der Lichtlage nur einen geringen Einfluss zu und sucht die Thatsache einer mathe-

---

1) Ueber einige Ursachen der Richtung bilateral-symmetrischer Pflanzentheile in Sachs' Arbeiten des bot. Inst. zu Würzburg, I, p. 223 (1871).

2) p. 237.

matisch genau bestimmten Abhängigkeit der Lage der Blattorgane von der Einfallsrichtung des Lichtes in Abrede zu stellen. Lasse man den Transversalheliotropismus gelten, so könne man mit demselben Recht auch von einem 45°-Heliotropismus und dergleichen sprechen.

Gegenüber diesen Behauptungen braucht man nur auf die zahlreichen von Frank angeführten Fälle einer genau senkrechten Einstellung der Flächenorgane gegen das einfallende Licht zu verweisen. Wenn De Vries hinsichtlich des von Frank constatirten abweichenden Verhaltens von *Polygonum aviculare* und *Lysimachia Nummularia* behauptet, dass wir zur Erklärung der ausgesprochenen Lichtlage von *Polygonum* keiner besonderen Kraft bedürfen, dass wir es vielmehr in beiden Fällen nur mit einer Erscheinung des negativen Heliotropismus zu thun haben und dass der Grund, weshalb die eine Pflanze in der günstigen Lichtlage verharre, die Blätter der andern aber unter Umständen diese Lage überschreiten, allein auf ungleicher Biegungsfähigkeit der Stengel beider Pflanzen beruhe, — so giebt er hiermit eine Erklärung, die jeder experimentellen Begründung entbehrt. De Vries zeigt nur, wie die Blätter unter dem Einfluss aller auf dieselben wirkenden Kräfte plagiotrop werden. Eine Erklärung, weshalb ihnen durch das Licht eine ganz bestimmte Lage aufgenöthigt wird, vermag er uns nicht zu geben.

Es mag erwähnt werden, dass Leitgeb in seinen Untersuchungen über die Keimung der Lebermoossporen[1]) auf das streng transversalheliotropische Verhalten der Keimscheibe derselben aufmerksam macht.

Sachs, welcher sich mit der Frage nach dem Zustandekommen der fixen Lichtlage der Laubblätter zwar nicht beschäftigt, dagegen die Beziehungen zwischen dem Plagiotropismus[2]) der *Marchantia*sprosse und der Richtung des einfallenden Lichtes klarzulegen versucht hat, spricht auf Grund seiner Beobachtungen die Meinung aus, dass man dem Lichte beim Erreichen der fixen Lage der Laubsprosse von *Marchantia polymorpha* keinen massgeblichen Einfluss einräumen dürfe. Vielmehr nimmt er an, dass die verschiedenen Richtungen derselben ein Ausdruck seien für die Lagen, in welchen die betreffenden Organe unter dem Einfluss aller äusseren Kräfte sich im Gleichgewicht befinden. Auch dies ist eine Annahme, die eines experimentellen Beweises nicht fähig sein dürfte.

Durch zahlreiche Beobachtungen an Culturen von Marchantiaceen, welche ich bei einseitiger Beleuchtung erzog, habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass die senkrechte Einstellung der Thalluslappen gegen das

---

[1]) Die Keimung der Lebermoossporen in ihrer Beziehung zum Lichte, Separatabdruck aus den Sitzb. der k. Acad. d. Wiss. zu Wien, 1876.

[2]) Ueber orthotrope und plagiotrope Pflanzentheile, in „Arb. des bot. Inst. in Würzburg“, Bd. II.

Licht regelmässig erfolgte. Neigte ich — nachdem die fixe Lichtlage erreicht war — die Schalen, welche die Culturen trugen, unter bestimmten Winkeln gegen die Quelle einseitiger Beleuchtung, so konnte ich nach Verlauf einiger Tage beobachten, dass die Sprosse sich wiederum genau transversal zum einfallenden Lichte gestellt hatten. Bei genügender Vergrösserung des Neigungswinkels hatten die fortwachsenden Enden der Thalluslappen sich vollständig vom Substrat abgehoben, sodass die negativ heliotropischen Würzelchen frei in den Raum hinausragten. Die Thatsache, dass nach Sachs die Laubsprosse von *Marchantia* bei einer geringeren Lichtintensität eine ausgesprochene Lichtlage nicht annehmen, berechtigt uns nicht zu der Behauptung, dass dieselben auch unter den gewöhnlichen, normalen Vegetationsbedingungen keine bestimmte fixe Lage zum Licht erreichen. Aus Sachs' Bemerkung, dass die *Marchantia*-Sprosse, als sie dieses abnorme Verhalten zeigten, weit hinter ihrer normalen Entwicklung zurückblieben, geht hervor, dass die Vegetationsbedingungen für diese Pflanze in dem betreffenden Versuche offenbar nicht normal waren.

Es erübrigt schliesslich noch eine nähere Erörterung der von Wiesner in seinem 1878 erschienenen Werke[1]) entwickelten Vorstellung von dem Zustandekommen der heliotropischen Bewegungen und der fixen Lichtlage der Blätter. Während Wiesner im Allgemeinen mit der De Vries'schen Widerlegung des Transversalheliotropismus sich einverstanden erklärt und während er zugiebt, dass man einen Theil der an Pflanzenorganen vorkommenden Drehungen als Wirkungen des Eigengewichts anzusehen habe, hebt er ausdrücklich hervor, dass man in vielleicht ebenso vielen Fällen für das Zustandekommen von Torsionen die Wirkung des Lichtes in Anspruch nehmen müsse. In seinen Bemerkungen über „heliotropische Torsionen der Stengel“ heisst es: „Auf heliotropische Bewegungen sind die Drehungen einseitig beleuchteter *Campanula*-Stengel (*C. Trachelium*, *rapunculoides*, *persicifolia* u. A.) zurückzuführen. Die Internodien der heliotropisch vorgeneigten Stengel werden hier durch das Gewicht der nach dem Lichte strebenden Blätter gedreht. Auch an einseitig beleuchteten Laubtrieben (z. B. bei *Cornus mas*) werden die Internodien nicht nur durch die von den Blättern ausgehende Belastung, sondern häufig genug durch heliotropische Ortsveränderungen der Blätter gedreht.“[2])

Hinsichtlich des Zustandekommens der fixen Lichtlage der Blätter erkennt Wiesner die Unzulänglichkeit aller bisher beigebrachten Erklärungsversuche an und entwickelt in geistreicher Weise seine eigene Vorstellung über die Mechanik dieses Problems. Er gelangt zu dem Resultat: „Das anfänglich geotropisch aufstrebende Blatt kommt durch

---

1) Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche, Wien 1878.

2) II, p. 38.

negativen Heliotropismus in die günstigste Lichtlage und wird in dieser festgehalten, weil bei der nunmehr herrschenden stärksten Beleuchtung die Bedingungen für die negativ geotropische (und vielleicht auch für die diese letztere unterstützende positiv heliotropische) Aufrichtung die möglichst ungünstigsten sind."[1]) Ausdrücklich aber hebt der Verfasser hervor, dass das Gewicht des Blattes und der positive Heliotropismus beim Zustandekommen der fixen Lichtlage nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Abgesehen davon, dass die Fälle, an denen Wiesner seine Vorstellung über das Zustandekommen der Lichtlage entwickelt, zu einfach sind, als dass die an denselben angestellten Betrachtungen sich auf alle andern in der Natur vorkommenden Stellungs- und Beleuchtungs-Verhältnisse übertragen liessen, so entbehrt diese Hypothese doch jeder experimentellen Begründung und steht mit wenigen sogleich zu betrachtenden Thatsachen in offenbarem Widerspruch.

Ich gehe zur Mittheilung meiner eigenen Beobachtungen über.

Ausgehend von der Ueberlegung, dass die Wirkung des Lichtes sich in einer Begünstigung des longitudinalen Wachsthums der Schattenseite einseitig beleuchteter Organe äussert, schien es eine einfache Forderung der Mechanik zu sein, dass man dem Lichte die Fähigkeit zuschreibe, Krümmungen der Organe, nicht aber Torsionen derselben hervorzurufen. Von diesem Gesichtspunkte aus durfte dann auch die Annahme, dass auch die sog. heliotropischen Torsionen sich auf die Wirkung von Drehungsmomenten, also auf Belastungsverhältnisse werden zurückführen lassen, für wahrscheinlich gehalten werden.

Da es sich darum handelte, zu ermitteln, welche Bewegungen allein durch das Licht hervorgerufen werden, so war es nöthig, zur Vermeidung jedes Missverständnisses bei der Beurtheilung der Bewegungen, das Eigengewicht und den Geotropismus zu eliminiren. Dieser Zweck wurde dadurch erreicht, dass ich die Versuchsobjekte auf einem, nach der Angabe Pfeffers construirten Klinostaten um die horizontale Achse rotiren liess. Da die Klinostaten mit einer Tragkraft von mehreren Kilogramm ausgerüstet waren, so konnte ich die Versuchspflanzen mit den Töpfen, in welchen sie erwachsen waren, auf die Apparate bringen. Dadurch war es möglich, die Pflanzen während der häufig langwierigen Versuche frisch zu erhalten. Sämmtliche Versuche wurden in der Dunkelkammer des Instituts, und zwar ausschliesslich bei einseitiger Beleuchtung ausgeführt.[2])

War die Annahme, dass die sog. heliotropischen Torsionen unabhängig vom Lichte und allein infolge von ungleicher Belastung zu

---

1) II, p. 58.

2) In Bezug auf die nähere Beschreibung der Versuche, sowie der Vorsichtsmassregeln, welche beobachtet wurden, muss ich auf meine Inaugural-Dissertation verweisen.

Stande kommen, richtig, so durfte an den Pflanzen, welche auf dem Klinostaten der Wirkung der Schwerkraft entzogen waren, keine Drehungen entstehen. Um ein Mittel zu gewinnen, etwaige Torsionen bequem und deutlich wahrzunehmen, wählte ich Pflanzen, deren Blätter mit möglichst langen Stielen versehen waren. In dieser Hinsicht bewährte sich am meisten *Phaseolus multiflorus*, und deshalb habe ich den weitaus grössten Theil meiner Versuche mit dieser Pflanze angestellt. Zwar sind die Blattstiele und Stengel derselben nur in sehr geringem Grade für Lichtreize empfindlich; in um so grösserem Maasse sind aber die unteren und oberen Blattpolster mit dieser Fähigkeit ausgestattet. Da *Phas. multiflor.* als Keimpflanze opponirte Blätter besitzt, und ich fast ausschliesslich mit Keimpflanzen experimentirte, an denen noch nicht mehr als die beiden ersten Blätter entwickelt waren, so war es leicht, die Pflanze in bestimmter Weise gegen das einseitig auffallende Licht einzustellen. Die Stellung, in welcher die Insertionsebene der Blätter der Einfallsrichtung der Lichtstrahlen parallel verlief, mag als Flankenstellung bezeichnet werden, als Normalstellung dagegen diejenige Art der Einstellung, bei welcher die Insertionsebene von den Lichtstrahlen in normaler Richtung getroffen wurde. Zu Anfang jedes Versuches wurde die dem Lichte zugekehrte Seite der Stengel und Blattstiele in Entfernungen von etwa 10 zu 10 *mm* mit Tusche markirt. Etwaige Torsionen mussten sich durch Abweichen einzelner Punkte von der Geraden oder durch Uebergehen der letzteren in eine Spirale zu erkennen geben. Die Klinostaten waren von Anfang bis zu Ende des Versuchs ununterbrochen im Gange.

Gleichzeitig mit jedem auf dem Klinostaten angestellten Versuch wurde behufs Vergleichung ein gleichalteriges Exemplar von *Phas. multiflor.*, welches hinsichtlich seiner Grösse und äusseren Entwicklung dem ersten möglichst conform war, unter denselben physikalischen Bedingungen frei exponirt, so dass Eigengewicht und Geotropismus unbehindert ihren Einfluss auf dasselbe geltend machen konnten. Das Resultat dieser Versuche kann kurz in folgender Weise ausgedrückt werden: Während an den frei exponirten Exemplaren in fast jedem einzelnen Falle Torsionen der Blattstiele wahrgenommen wurden, wurde an den durch Rotation der Wirkung der Schwere entzogenen Pflanzen in keinem Falle eine Drehung der Blattstiele beobachtet. Da, abgesehen von Belastung und Geotropismus, die äusseren Bedingungen für die frei exponirten und rotirenden Pflanzen genau die nämlichen waren, so konnte das Ausbleiben der Torsionen auf dem Klinostaten nur in dem Fehlen der Schwerewirkung seinen Grund haben.

Hinsichtlich der an den frei exponirten Pflanzen beobachteten Drehungen mag bemerkt werden, dass dieselben in jedem einzelnen Falle durch die herrschenden Belastungsverhältnisse sich erklären liessen. Von diesem Gesichtspunkte aus findet auch die von Frank betonte

„unerklärliche Fähigkeit, dass ein und dasselbe Glied je nach Bedürfniss hier rechts-, dort linksum, nämlich auf dem kürzesten Wege, sich um seine Achse drehen kann“[1]), ihre Erklärung. Da nämlich die beiden opponirten Blätter von *Phas. multiflor.* in den meisten Fällen vollkommen symmetrisch entwickelt sind, so dass das eine fast genau das Spiegelbild des andern darstellt, so wird, wenn z. B. bei einer in Normalstellung befindlichen Pflanze die vordere Hälfte des linken Blattes stärker entwickelt ist, als die hintere Hälfte, auch bei dem opponirten Blatte die entsprechende, also ebenfalls vordere Hälfte kräftiger entwickelt sein. Da nun die durch die ungleiche Entwicklung beider Blatthälften gebotene Ungleichheit der Belastung massgebend ist für die Drehungsrichtung, so muss nothwendigerweise das an der rechten Seite des Stengels inserirte Blalt sich rechtsum, das opponirte Blatt aber linksum drehen.

Dieselben Resultate erhielt ich auch mit *Phas. vulgaris*, *Vicia Faba*, mit jungen Keimpflanzen und Laubsprossen von *Aesculus hippocastanum* und *Acer platanoides.*

Es darf somit als experimentell erwiesen betrachtet werden, dass das Licht nur Krümmungen, nicht aber Drehungen der Pflanzenorgane bewirken kann, und dass die sog. heliotropischen Torsionen wie viele andere in der Pflanzenwelt auftretende Torsionserscheinungen in Belastungsverhältnissen ihren Grund haben.

Diese Thatsache ist hinsichtlich des Zustandekommens der Lichtlage von durchgreifender Bedeutung und, wie sogleich gezeigt werden soll, müssen wir vielmehr — entgegen der Meinung Wiesners — gerade in den Belastungsverhältnissen eine der wesentlichsten Kräfte erblicken, welche der Pflanze zum Erreichen einer möglichst günstigen Lichtlage zur Verfügung stehen.

Aus den Beobachtungen, welche bei einseitiger Beleuchtung an frei exponirten und auf dem Klinostaten rotirenden Pflanzen gewonnen wurden, ging hervor, dass zum Zustandekommen der günstigen fixen Lichtlage der Blätter unter gewissen Beleuchtungsverhältnissen (Normalstellung) die Wirkung von Drehungsmomenten unbedingt erforderlich ist. Dagegen lehrten die Versuche, dass in allen Fällen, in welchen die günstige Lichtlage allein durch Krümmungen der Organe zu Stande kommen konnte (Flankenstellung), auch auf dem Klinostaten unter Ausschluss der Schwerewirkung diese Lage erzielt wurde. Während daher bei den in Normalstellung rotirenden Pflanzen die günstige fixe Lichtlage sich niemals herausbildete, war es bei den frei exponirten Pflanzen für das Zustandekommen der günstigen Lage ohne Bedeutung, ob dieselben in der Flanken- oder Normalstellung dem einseitigen Lichte ausgesetzt waren. In beiden Fällen stand ihnen die Schwerkraft zu Gebote, und mit ihrer Hülfe erlangten denn auch die Blätter allemal eine günstige fixe Lichtlage.

---

1) p. 73.

Angesichts dieser Thatsache sind wir genöthigt, der Wirkung des Eigengewichtes hinsichtlich des Zustandekommens der günstigen Lichtlage der Laubblätter eine grössere Bedeutung einzuräumen, als dies bisher bei den verschiedenen Erklärungsversuchen geschehen ist. Wiesner's Ansicht, nach welcher die fixe Lichtlage der Blätter fast ausschliesslich infolge der Gegenwirkung von negativem Heliotropismus und negativem Geotropismus zu Stande komme, während der Wirkung des Eigengewichts nur eine untergeordnete Rolle hierbei zufalle, dürfte bei genügender Würdigung der Belastungsverhältnisse sich als unhaltbar erweisen. Auch dem positiven Heliotropismus legt Wiesner beim Erlangen der Lichtlage nur eine untergeordnete Bedeutung bei, und doch erreichen die an sich heliotropisch wenig empfindlichen Blattstiele von *Phaseolus*, *Aesculus* u. A. allein infolge von positiv heliotropischer Einwirkung des Lichtes auf die unteren Gelenkpolster eine zur Einfallsrichtung der Lichtstrahlen parallele Stellung.

Wenn auch die Ansicht über die Bedeutung der einzelnen Kräfte beim Zustandekommen der Lichtlage durch die mitgetheilten Thatsachen eine Berichtigung gefunden hat, so bleibt darum das Problem einer mechanischen Erklärung der Lichtlage in Bezug auf seinen wichtigsten Punkt noch ungelöst. Weshalb werden die Bewegungen sistirt, sobald das Blatt in dieser bestimmten Weise sich gegen das Licht orientirt hat? Weshalb wirken die Drehungsmomente nicht weiter und bringen dasselbe nicht vielmehr in eine lothrechte Lage? Die Beobachtung, dass im Verlauf der Bewegungen der Hebelarm häufig eine Verkürzung erfährt, wodurch nothwendig die Wirkung des Drehungsmomentes beeinträchtigt werden muss, und die Ueberlegung, dass die inneren Widerstände eines tordirten Organes der Torsionskraft entgegenwirken, lassen es uns im einzelnen Falle oft wohl begreiflich erscheinen, dass dem Fortschreiten der Bewegungen eine Grenze gesetzt wird. Die Thatsache aber, dass das Sistiren der Bewegungen jedesmal zu einem Zeitpunkt erfolgt, wo die Oberfläche der Blätter zur Einfallsrichtung des Lichtes in einer geometrisch bestimmten Beziehung steht, nöthigt uns offenbar, dem Lichte irgend einen noch unbekannten und zwar massgeblichen Einfluss beim Erreichen der fixen Lichtlage zuzuschreiben.

70. Bengt Jönsson: Der richtende Einfluss strömenden Wassers auf wachsende Pflanzen und Pflanzentheile (Rheotropismus).

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 4. Dezember 1883.

Einer der characteristischsten Züge in den Lebensäusserungen der Schleimpilze liegt in der Eigenthümlichkeit dieser Pflanzenformen während ihres Plasmodiumstadiums von einem Orte zum anderen zu wandern. Die Bewegung an und für sich ist beachtungswerth und giebt uns ein Beispiel eines freien, und stets formändernden locomotorischen Vermögens, welches in letzter Instanz auf einer Wechselwirkung äusserer Kräfte und der Lebensthätigkeit innerhalb des nackten und der Form nach unbestimmten Protoplasmakörpers beruht. Nicht weniger bemerkenswerth ist die Ortsveränderung, wenn man die Richtung in Betracht zieht, welche jedesmal für dieselbe bestimmend ist. Manchmal kommt sie nämlich ganz willkürlich vor und nimmt augenscheinlich einen ungleichen Verlauf, trotzdem die äusseren Umstände in den verschiedenen Fällen gleichartig zu sein scheinen.

Bei meinen Studien[1]) über die Verhältnisse der Myxomyceten zu äusserlich einwirkenden Agentien, war meine Aufmerksamkeit vorzugsweise auf diese Frage gerichtet. Sie schien mir eine genauere Untersuchung zu fordern und bietet in der That Gesichtspunkte, die als neu zu betrachten sind und in physiologischer Hinsicht von besonderem Interesse sein dürften. Folgende Mittheilung bezweckt keineswegs den Gegenstand ausführlich zu behandeln, sondern wird sich hauptsächlich darauf beschränken in Kürze einige Erscheinungen hervorzuheben, welche für die Hauptfrage von grösserer Bedeutung und daneben von allgemeiner Wichtigkeit auch für andere Gebiete des Pflanzenreiches sind und dort ähnliche Verhältnisse voraussetzen.

Wir sehen von vornherein von solchen localen Wanderungen ab, welche mit der Einwirkung des Lichtes in Verbindung stehen oder durch Mangel an der erforderlichen Sauerstoffmenge oder dergleichen mehr hervorgerufen werden; diese sind ihrer Natur nach ver-

---

1) Die Untersuchungen sind zum Theil in De Bary's botanischen Laboratorium in Strassburg, zum Theil in Frank's pflanzenphysiologischen Institut in Berlin und (in letzter Zeit) in Lund ausgeführt worden.

hältnissmässig mehr bekannt und dürften im Allgemeinen als Wirkungen eingetretener Störungen im normalen Leben des Plasmakörpers angesehen werden. Die Ortsveränderungen aber, deren Ursachen mit dem Wassergehalt oder der Strömung des umgebenden Mediums zusammenhängen, gehören mehr zu den normalen Funktionen des Organismus. Wir haben auch zunächst diese Seite der Sache im Auge, wenn es sich um die locomotorischen Bewegungen, welche die Plasmodien kennzeichnen, handelt.

Nach Hofmeister's Annahme hängt in den meisten Fällen sowohl die Form als auch die Richtung, kurzum der ganze Habitus der Bewegung von der Schwerkraft ab, deren Einfluss auf den Verlauf der Ortsveränderung um so kräftiger ist, je dünnflüssiger die Plasmodiummasse ist[1]). Rosanoff hat das Verhältniss der Schwerkraft zu den Plasmodien genauer characterisirt und bezeichnet es als „negativen Geotropismus[2])“. Aus den Angaben von Strasburger geht indessen hervor, dass der Geotropismus bei der Plasmodienbewegung keine Rolle spielt, da Plasmodien, welche auf vertical gestellten und vor Licht geschützten Recipienten angepflanzt wurden, sich in jeder beliebigen Richtung bewegten[3]); ebenso sprechen Pfeffer's Versuche mit *Aethalium septicum* gegen eine solche Auffassung[4]). Die ersten orientirenden Experimente zeigen auch bald, dass die Schwerkraft in keinem Falle als wirkende Ursache hingestellt werden kann. Das Plasmodium bewegt sich ebenso gut und auf dieselbe Weise, gleichviel ob die betreffende Kraft wirksam war oder nicht. Beim Entfernen aller störenden Einwirkungen breitet sich der Plasmodienkörper auf der in mehr oder weniger zur Horizontalen schrägen Winkel belegenen Unterlage aus, ohne irgendwie Lust zu bezeigen eine bestimmte Hauptrichtung einzuschlagen. Hätte Rosanoff seine Versuche mit grösserer Sorgfalt und schärferer Kritik ausgeführt, würde er auch ohne Zweifel das, was er damals als secundär wirksam betrachtete, als Hauptursache hingestellt haben. Er würde alsdann den negativen Geotropismus als untergeordnet, dagegen die capillare Wasserbewegung als wirksam aufgefasst haben, welche in Folge der Art und Weise, wie die Versuche angestellt wurden, durch das dem Versuchsobject als Unterlage dienende Fliesspapier stattfand, und welche, obgleich schwach, doch hinreichend war um das Steigen in die Höhe zu bewirken, welches Rosanoff als eine Folge des negativen Geotropismus deutete[5]).

---

1) Hofmeister, Die Pflanzenzelle. 1867. p. 20.

2) Rosanoff, l'influence de l'attraction terrestre des Plasmodes des Myxomycetes (Mem. de la Soc. des sciences nat. de Cherbourg 1868) p. 155, 166.

3) Strasburger, Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen. 1878, p. 70.

4) Pfeffer, Pflanzenphysiologie 1881, p. 388.

5) Rosanoff, l. c. p. 169.

Man hat andererseits, weil man annahm, dass das Plasmodium gegen einseitige Befeuchtung empfindlich sei, die treibende Ursache der ortsverändernden Bewegungen während der Entwickelungsperiode der Myxomyceten, welche wir mit Plasmodium bezeichnen, in dem Streben finden wollen, dorthin zu wandern, wo ein grösserer Feuchtigkeitsgrad geboten wird. Die Bewegung sei in der Feuchtigkeitsdifferenz, welche in zwei einander entgegengesetzten Seiten eines Plasmodiums existire, begründet und lasse sich möglicherweise auf das, was man mit dem Ausdrucke (positiven oder negativen) Hydrotropismus bezeichnete, zurückführen. Das Vorhandensein einer solchen Bewegung, welche in den angeführten Verhältnissen ihren Grund hat, ergiebt sich auf den ersten Blick, ebenso sicher wie es in der Natur der Sache liegt, dass jeder Pflanzenorganismus oder jedes Pflanzenorgan ein bestimmtes Quantum Wasser heischt um eine regelmässige Lebensthätigkeit zu entfalten. Befindet sich der Plasmodiumkörper nicht in dieser Lage, sondern macht sich ein Mangel in dieser Beziehung geltend, und es bietet sich die Gelegenheit, diesem Mangel abzuhelfen, so scheint eine derartige Ortsveränderung ebenso natürlich als selbstverständlich. Verschiedene Versuche haben erwiesen, dass das Plasmodium, wenn man es an einen Ort bringt, welcher ausserhalb der Grenze des Feuchtigkeitsoptimums liegt, dasselbe einem benachbarten Orte zufliesst, wo ihm eine grössere Menge belebender Feuchtigkeit zu Gebote steht. Durch angemessene Variation beim Experimentiren kann man sich leicht davon überzeugen, dass die Plasmodien ein Feuchtigkeitsoptimum besitzen. Ist das Plasmodium einmal auf diesen Optimumpunkt angelangt, so findet man, dass es sich ziemlich gleichmässig nach allen Seiten entwickelt und erst dann einen bestimmten Weg einschlägt, wenn das Minimum oder das Maximum überschritten wird; es kehrt dann zur Optimumsgrenze zurück.

Dergleichen Localveränderungen lassen sich indessen leicht neutralisiren. Sie sind im grossen Ganzen von geringerer Bedeutung, wenn wir weitläufige Ortsbewegungen erklären wollen, und kommen wenig in Betracht, wenn es sich darum handelt, die citirten Versuche Rosanoff's und Strasburger's zu deuten.

Ebenso wenig kann ein anderes Bewegungsphänomen, welches ebenfalls den Plasmodien zukommt und von der Einwirkung des Wassers beeinflusst wird, den bezweckten Bewegungserscheinungen gleichgestellt werden, auch wenn es sich auf irgend eine Weise an die Bewegungsart, welche ich hier hervorzuheben wünsche, anschliessen dürfte. Diese Erscheinung erinnert zunächst an die Biegungen von und nach dem Wasser, welche junge Maiswurzeln ausführen, wenn sie an die Ober-

---

1) Hier wie überall in dieser Mittheilung wird in erster Reihe das Plasmodium von *Aethalium septicum* berücksichtigt.

fläche des Wassers, parallel mit derselben gebracht werden[1]). Das Plasmodium zieht sich nach der ersten Berührung mit dem Wasser zurück, kommt aber nach einer Weile wieder, um dieselbe Rückbewegung zu wiederholen. Dies stete Hin und Her kann unter günstigen Umständen monatelang dauern. Die Bewegung wird, wie es scheint, durch eine Art Ueberreizung hervorgerufen, welche zu bestimmter Zeit verschwindet, da das Plasmodium aus irgend einer Ursache, je nachdem die äusseren Umstände sich gestalten, zurückgeführt wird, um auf's Neue derselben vorübergehenden Reizung ausgesetzt zu werden.

Die Kraftentwickelung, welche sich bei den mehr in's Auge fallenden Dislocationen der Plasmodien geltend macht, ist von einer dauerhafteren und intensiveren Natur. Hier ist es möglich, die Ortsbewegungen vollständig zu beherrschen, wie schon Strasburger angedeutet hat[2]), und in beliebige Bahnen zu lenken, wie das aus ein Paar unten kurz angeführten Versuchen, welche ich, um vorliegende Frage zubeleuchten, angestellt, hervorgehen dürfte.

Bringt man nämlich ein in voller Lebenskraft befindliches Plasmodium auf eine Unterlage von Filtrirpapier, welches zu einem schmäleren oder breiteren Streifen zusammengefaltet ist, hängt letzteren über den Rand eines mit etwas Wasser gefüllten Glasgefässes so auf, dass das eine Ende desselben das Wasser im Gefäss berührt oder in dasselbe eintaucht, während das andere Ende frei aus dem Gefäss heraus hängt. Ordnet man ferner den ganzen Versuchsapparat so an, dass eine Strömung des Wassers von dem Gefäss durch die Unterlage ermöglicht wird[3]) und im Uebrigen für das Vorhandensein normaler Lebensbedingungen gesorgt ist, so bewegt sich das Plasmodium, gleichviel auf welcher Stelle des Papierstreifens es sich befindet, der Wasserquelle zu und erreicht endlich den Rand des Wassers. Derselbe Versuch mit demselben Material ausgeführt, ergiebt das gleiche Resultat, auch wenn man den Streifen umkehrt; das Plasmodium wandert denselben Weg, den es gekommen ist, zurück um bei den Uebergang der Unterlage in's Wasser Halt zu machen. Werden bei einem und demselben Versuche mehrere Plasmodien angewendet und auf verschiedene Puncte des Streifens vertheilt, so treffen sie unter allen Umständen am Wasserniveau zusammen, falls sie nicht unterwegs schon zusammengeflossen sind.

Werden unter ähnlichen äusseren Bedingungen ein oder mehrere Plasmodien auf eine mit Filtrirpapier überzogene und horizontal gestellte Glasscheibe gebracht und wird auf ähnliche Weise Wasser in und durch das Papier geleitet, so arbeitet sich das Plasmodium (oder wenn es mehrere sind die Plasmodien) allmählich in den Strom hinein, zieht demselben entgegen und erreicht schliesslich die Stelle des Randes der Glasscheibe, wo das Wasser in das die Scheibe bedeckende Papier eingeleitet wird.

---

[1] Ciesielsky, Untersuchungen über die Abwärtskrüm. der Wurzeln. (Cohn, Beitr. zur Biologie der Pflanzen I. 2).

[2] Strasburger, l. c. p. 71.

[3] Die Schnelligkeit des Stroms muss eine begrenzte sein, da sie natürlich zu einen Punkt gesteigert werden kann, wo der Versuchsobjekt gehemmt und sogar von der in diesem Falle allein wirkenden mechanischen Triebkraft des Wassers zurückgeführt werden kann.

Versuche, die ebenfalls mit Plasmodien nach derselben Methode, nur mit dem Unterschiede, dass die Wasserströmung ausgeschlossen war, angestellt wurden, ergaben, dass oben genannte Bewegung ausblieb; die Objecte breiteten sich in diesem Falle von dem ihnen ursprünglich gegebenen Platze nach allen Seiten hin aus und wir erhalten eine Wiederholung dessen, was wir schon beim Besprechen der Bedeutung der Schwerkraft kennen gelernt haben.

Stellen wir die beiden Versuchsreihen zusammen und vergleichen dieselben mit anderen früheren derartigen Untersuchungen, so finden wir leicht, dass wir bei der Erforschung des Wesens dieser Plasmodienbewegung allein auf das Wasser, welches durch die Unterlage gegen die Plasmodienkörper zu und an denselben vorbei durchsickert, angewiesen sind. Der Wasserstrom ist die Ursache der Bewegung. Dasselbe Schlussresultat tritt uns entgegen, was Rosanoff theilweise erkannt und Strasburger deutlich hervorgehoben hat. Wir müssen aber andererseits, wenn wir einen solchen allgemeinen Ausspruch billigen, bei näherer Betrachtung des Sachverhaltes bemerken, dass, wenn es gilt, das Hauptmoment des Bewegungsphänomenes zu erklären, der Verschiedenheit an Wasser oder Feuchtigkeitsmenge jede Bedeutung abgesprochen werden muss. Feuchtigkeitsdifferenz existirt ebenso wenig wie in diesem Falle von anomalen Verhältnissen die Rede sein kann. Der Feuchtigkeitsgrad ist im Verlaufe des Experimentes vollständig gleichmässig um das Plasmodium vertheilt und Wasser ist in gleicher Menge, sowohl vor als nach demselben vorhanden. Das Plasmodium befindet sich unter äusseren Bedingungen, welche alle seine mit dem Wasser in Berührung stehenden Theile in Bezug auf Wasserzufuhr vollständig gleichstellen. Wir müssen daher in der Wasserströmung die Kraft suchen, welche die verschiedenen Theile des Plasmodiums veranlasst, sich nach der Seite, wo der Wasserstrom das Plasmodium trifft, hin zu bewegen, und zu derselben hinüber zu fliessen. Die Eigenschaft des Wassers zu irritiren einerseits und das Reagiren dagegen andererseits erzeugt die Plasmodienbewegung gegen eine eingeleitete und fortdauernde Wasserströmung. Die Wassermolecüle werden mit grösserer oder geringerer Kraft gegen die Protoplasmamasse geführt und zwingen sozusagen die letztere zu den einwirkenden Wassertheilchen in ein bestimmtes Verhältniss zu treten.

Vergleichen wir die vorliegende Empfindlichkeit gegen den Einfluss fliessenden Wassers und den bei höher stehenden Pflanzen constatirten positiven Hydrotropismus überhaupt, so sind wir keineswegs berechtigt, beide Phaenomene gleich zu stellen, in so fern man den Begriff des Hydrotropismus nur soweit fasst, als es der Name selbst ausspricht. Die oben besprochene Erscheinung beruht nicht auf einer Eigenschaft des Pflanzenorganismus zu Folge Vorhandenseins verschiedener Feuchtigkeitprocente an den einander diametral entgegengesetzten Seiten sich einer feuchten Fläche zu nähern oder sich von denselben abzuwenden. Bedenken wir aber, dass die beiden Erscheinungen durch dieselbe zu Grunde liegende Irritabilität characterisirt werden könnten, so liesse sich vielleicht die Verschiedenheit beider, abgesehen von einem höheren oder geringeren Grade von Empfindlichkeit, durch die ungleiche Wirkungskraft der Wassertheilchen erklären und eine wirkliche principielle Uebereinstimmung wäre alsdann vorhanden.

In erster Linie kann man sich zu einer solchen Annahme durch die schon bei den Myxomyceten gewonnenen Erfahrungen veranlasst sehen. Die Analogien, welche sich auf anderen Gebieten der Pflanzenphysiologie vorfinden, bestärken uns ebenfalls in unserer Meinung. Wir verweisen dabei nur auf Müller's bekannte Beobachtungen über die Correlation des Lichtes und der Pflanzen und auf Wortmann's Bestimmungen des Einflusses der Wärmestrahlen auf wachsende Pflanzentheile[1]). Einen wesentlichen Stützpunkt für obige Annahme finden wir schliesslich in den Thatsachen, welche uns begegnen, wenn wir unsere Untersuchungen über die Bedeutung der Wasserströmung auf andere Pflanzenformen ausdehnen. Die angestellten Versuche haben gezeigt, dass die Plasmodien in dieser Beziehung sicher Berührungspunkte mit anderen Repräsentanten des Pflanzenreiches besitzen.

Die Vermuthung lag nahe, dass die Reactionsfähigkeit des Protoplasmas, wenn dieselbe sich auch ausserhalb der Gruppe der Myxomyceten nachweisen lassen sollte, dies bei Pflanzen am deutlichsten hervortreten müsse, welche zu den Schimmelpilzen gehören oder denselben nicht allzu fern stehen. Als Untersuchungsmaterial wurden also zunächst den Schimmelpilzen angehörende Repräsentanten und zwar vorzugsweise solche ausgewählt, bei welchen die Mycelfäden eine hinlänglich rasche Entwicklung versprachen, um den vielen Störungen, welche hier besonders leicht eintreten können, vorzubeugen und möglichst klare und evidente Resultate zu garantiren. Die Art der Versuchsanstellung war dem Principe nach dieselbe wie bei den Myxomyceten; nur war in diesem Falle eine Flüssigkeit erforderlich, die den ausgesäten Sporen als Irritationsmittel zu dienen und denselben gleichzeitig hinreichende Nahrung darzubieten im Stande war. Sporen von *Phycomyces* und *Mucor* wurden demnach unter einem markirten Strich auf Filtrirpapierunter-

---

1) Müller, Flora 1876, p. 65, 88; Wortmann, Bot. Zeit. 1883, p. 459, 475.

lage ausgesät und einem durchlaufenden Strom der Nährflüssigkeit ausgesetzt. Die Sporen keimten bald und wuchsen rasch zu einem kräftigen Mycelium heran. Die Hyphen reagirten immer, aber anstatt gegen den Strom zu gehen, wuchsen sie stets mit demselben. Die vorliegenden Organe verhielten sich also gegenüber dem positiven Verhalten der Plasmodien, negativ.

Botrytis cinerëa, welche Pilzform gleichfalls als Object benutzt wurde, gab Anfangs einander widersprechende Resultate, sie hat jedoch später, als die Versuche in einer veränderten Form fortgesetzt wurden, im Ganzen Resultate geliefert, welche überwiegend ein positives Reagiren dieser Pflanze anzeigen.

Die Schimmelpilze stehen also, was die Empfänglichkeit für die Strömungseinwirkung betrifft, auf gleicher Stufe mit den Plasmodien. Die Entwickelung einiger in der Strömungsrichtung des Wassers, die, wie wir oben sahen, stattfindet, hat nichts Auffallendes, da uns ein entsprechender Antagonismus auch bei dem sog. Hydrotropismus bereits bekannt ist und wir, was *Phycomyces* und *Mucor* betrifft, eine alte auf einem anderen Wege gewonnene Beobachtung dadurch bestätigt finden[1]). Jedenfalls ist diese Eigenthümlichkeit von besonderem Interesse und bietet eine für Vergleichungen bessere Grundlage.

In seiner Arbeit über die Ablenkung der Wurzeln von der normalen Wachsthumsrichtung hat Sachs, wie bekannt, die grundlegende Auseinandersetzung der Relation der Wurzeln und feuchter Körper gegeben[2]). Die Wurzeln sind auf irgend eine Weise dem Einfluss einer feuchten Fläche unterworfen und krümmen sich derselben entgegen; sie sind positiv hydrotropisch. In Erkenntniss dieser Eigenschaft der Wurzeln und mit Berücksichtigung der schon gewonnenen Erfahrungen liess sich erwarten, dass auch hier dieselbe Empfindlichkeit, welche wir bei den Plasmodien kennen gelernt und bei den Mycelien der Schimmelpilze wieder angetroffen hatten, nachzuweisen sei. Die Versuche, welche ich zu diesem Zwecke angestellt, bestätigen das Richtige einer solchen Voraussetzung und will ich weiter unten in kurzen Umrissen den Weg angeben, auf welchem man zu bestimmt beweisenden Resultaten in dieser Frage kommt.

Da es sich hier vor allen Dingen darum handelte, die bewussten Organe einer länger dauernden und ungestörten Flüssigkeitsströmung zu unterwerfen, wobei gleichzeitig den Versuchspflanzen Gelegenheit geboten wurde, sich normal zu entwickeln, wurde in erster Linie ein constant fortlaufender Wasserstrom hergestellt, indem eine Wanne mit der Wasserleitung in Verbindung gesetzt wurde. Durch verschiedene

---

[1]) Wortmann, Botan. Zeit. 1881, p. 368: Molisch, Botan. Centralbl. 1883, No. 36.

[2]) Sachs, Arb. d. bot. Inst. in Würzburg. I. 1874. p. 209.

Stellung des Wasserhahnes war man im Stande, die Schnelligkeit des Stromes, der bei jedem Versuche zur Anwendung kam, zu moderiren. Versuchsmaterial lieferten Keimlinge verschiedener Pflanzen, vorzugsweise aber junge Keimpflanzen von Mais und von unsern gewöhnlichen Getreidearten. Von den auf verschiedene Weise zum Keimen gebrachten Samen wurden nur solche Exemplare ausgewählt, welche in gutem Wachsthum begriffen waren und ausserdem eine oder mehrere gut ausgebildete und vollständig gerade gewachsene Wurzeln besassen. Die ausgelesenen Exemplare wurden entweder auf sehr feine Insectennadeln aufgespiesst oder wurden, was am häufigsten geschah, zwischen mit Filtrirpapier inwendig überzogene Korkleisten eingeklemmt. Auf diese Weise wurde eine Anzahl von Keimlingen so neben einander gelegt, dass jeder genügenden Platz hatte, seine Wurzel oder sein Wurzelsystem zu entwickeln, ohne seine Nachbarn zu stören oder von denselben gestört zu werden. Hierauf wurden die so beschickten Korkleisten zwischen Glasscheiben eingeklemmt, deren Aufgabe es war, die Versuchsobjecte so festzustellen, dass die Wurzeln frei ins Wasser hingen. Um das Ganze zusammen zu halten und die Keimlinge genau in ihrer Lage zu befestigen, wurden um das Ganze feste Gummiringe herumgelegt. Beim Anheften mit Nadeln wurden diese an Korkscheiben, welche auf angemessene Weise an die Wände der Wanne angeheftet waren, festgesteckt. Uebrigens sind die Versuche nach verschiedenen Richtungen hin variirt worden. Die Versuchspflänzchen wurden indessen so tief in das die Wanne durchströmende Wasser, welches immer hinlänglich tief sein und eine einigermaassen bestimmte Strömungsschnelligkeit besitzen muss, gestellt, dass die Wurzeln ganz frei wachsen konnten und keinerlei äusseren Störungen ausgesetzt waren.

Das Resultat der so vorbereiteten Versuche mit Keimpflanzen von *Zea Mays* ergab sich bald, indem sämmtliche Wurzeln bereits nach einer Zwischenzeit von einigen Stunden eine Krümmungsbewegung andeuteten, welche Krümmung stets in der Region der Wurzeln stattfand, wo die Zuwachszone lag. Nach ungefähr 20 Stunden (die Zeit variirte bei den einzelnen Individuen) hatten die gekrümmten Wurzelspitzen eine Biegung, die einem rechten Winkel entsprach, beschrieben und wuchsen nunmehr mit der Wasserfläche parallel und gegen den Strom, während sie bei Beginn des Versuches vertical in den Strom tauchten, also senkrecht zur Strömungsrichtung standen

Werden diese Pflänzchen mit ihren rechtwinkelig gekrümmten Wurzeln jetzt so in das Wasser gestellt, dass ihre Wurzelspitzen nicht mehr gegen, sondern umgekehrt in der Richtung des Stromes stehen, so machen die äusseren Enden der Wurzeln während ihres weiteren Zuwachses bogenförmige Bewegungen nach der einen oder anderen Seite und stellen sich schliesslich wieder gerade gegen den Strom.

Dadurch erhalten die Wurzeln zwei einander diagonal gegenüber stehende Biegungen.

Placirt man Maiskeimlinge so im Wasserstrom, dass ihre Wurzeln parallel zum Niveau des Wassers liegen und die Wurzelspitzen dem einströmenden Wasser entgegen gerichtet sind, so wachsen die Wurzeln, vom Geotropismus gänzlich unberührt, in derselben Richtung fort, bis sie endlich infolge ihrer Länge mechanisch aus der eingeschlagenen Wachsthumsrichtung abgelenkt werden. Liegen sie dagegen vom Anfang an parallel mit dem Wasserniveau, aber in der Strömungsrichtung, so suchen sie von der einen oder anderen Seite in die Lage gegen den Strom zu kommen; ganz so verhält es sich, wenn die Wurzeln in gleicher Stellung zur Wasserfläche von der Seite vom Strom getroffen werden.

Ebenso deutlich tritt dies Krümmungsphänomen bei Wurzeln höherer Ordnung derselben Versuchspflanze, welche in dieser Beziehung besonders empfindlich und ein dankbares Versuchsmaterial ist, auf.

Besonders evident ist dieselbe Erscheinung auch bei den Getreidearten, und unter ihnen vorzugsweise beim Roggen und Weizen. Die Stromstärke muss jedoch hier etwas herabgestimmt werden, da die Wurzeln dieser Pflanzen schwächer gebaut sind, die Irritation also leichter eliminirt und das Wurzelsystem mit dem Strom fortgezogen werden kann.

Unter Beobachtung gleicher Vorsichtsmassregeln kann man dieselben Versuche mit gleich glücklichem Resultat an Repräsentanten anderer Pflanzenfamilien wiederholen und in grösserem Massstabe durchführen, wobei stets die gleichen Resultate erlangt wurden, die sämmtlich darauf hinweisen, dass die Wurzeln sich gegen strömendes Wasser entwickeln und demselben gegenüber sozusagen positiv reizbar sind.

Wir haben also auch hier wieder Beispiele für unser Bewegungsphänomen, welches wir bei den Myxomyceten kennen gelernt haben. Die Wurzeln wenden sich mit einer gewissen Energie gegen, und zwar in gerader Linie zu der Strömungsrichtung des Wassers, eine Energie, welche jedoch nur unter der Bedingung richtende Kraft besitzt, wenn die Empfindlichkeit stark genug ist, um den Geotropismus aufzuheben.

Obgleich es sich bis jetzt nicht mit Bestimmtheit feststellen lässt, inwiefern diese Bewegungserscheinung innerhalb des Pflanzenreichs auf grössere Gültigkeit Anspruch machen kann, da die bisher angestellten Untersuchungen offenbar zu einer erschöpfenden Behandlung der Frage nicht ausreichen können, so beweisen doch die klargestellten Thatsachen wenigstens so viel, dass wir es hier mit einer bis jetzt noch nicht beobachteten Eigenschaft des Pflanzenorganismus zu thun haben, deren richtige Würdigung uns einen besseren Einblick in die wechselnde Art und Weise, auf welche die Pflanzen gegen Feuchtigkeit reagiren, gestatten und besonders unsere Auffassung von der Natur der hydrotropischen Erscheinungen klar stellen wird. Ebenfalls ist es klar, dass diese Eigenschaft nicht unter dem Begriff des Hydrotropismus eingeordnet werden kann, da die characteristischen Kennzeichen desselben sich mit denen der oben dargelegten Erscheinung nicht mehr decken. Will man das Wesentliche dieser Erscheinung besser hervorheben, so bezeichnet man diese Reizerscheinung der Pflanzen am besten mit dem Ausdruck Rheotropismus[1]).

Die Fortsetzung meiner Beobachtungen, die auf den in dieser vorläufigen Mittheilung angedeuteten Versuchen basirend, die Sache weiter verfolgen werden, wird die Berechtigung des Rheotropismus als eine selbstständige Erscheinung nachzuweisen und die Beziehungen desselben zu verwandten Erscheinungen näher zu beleuchten haben.

71. P. Magnus: Ueber eine besondere geographische Varietät der Najas graminea Del. und deren Auftreten in England.

Eingegangen am 11. Dezember 1883.

Von Herrn Arth. Bennett in London erhielt ich eine *Najas*, die bei Ashton bei Lancashire in England gesammelt war und sich zu meiner grossen Ueberraschung als *Najas graminea* Del. herausstellte. Der nördlichste und in Europa westlichste bisher bekannte Standort dieser Art sind die Gräben bei einigen Reisfeldern in der Lombardischen Ebene und dorthin ist sie nur durch Verschleppung mit den Reissamen aus den tropischen Reisländern eingewandert, wie einige mit ihr in Gesellschaft bei diesen Reisfeldern auftretende Arten, wie *Rotala filiformis* (Bellard) Hiern., *Fimbristylis squarrosa*, *Isoëtes Malinverniana* u. a. beweisen. Sonst ist *Najas graminea* nur in Nord- und Central-Afrika, Aegypten und dem wärmeren Asien verbreitet.

Auch in England wurde sie durch Herrn Ridley vom British Museum als *Najas graminea* Del. erkannt und berichtet Herr Charles Bailey in der diesjährigen September-Sitzung der British-Association über ihr Auftreten bei Ashton. Sie wurde durch Herrn James Lee in dem warmen Wasser eines Grabens gefunden, in den das warme Wasser aus der Dampfmaschine einer Baumwollenspinnerei abfliesst.

Herr Bailey entwickelt l. c., dass sie wahrscheinlich mit der

---

[1]) von ῥέω = fliessen.

Baumwolle aus Aegypten eingeführt ist. Hierin wird man noch dadurch bestärkt, dass an derselben Localität *Chara Braunii* Gmel. entdeckt wurde, die in England sonst nicht auftritt und in Südeuropa und Nordafrika weit verbreitet ist. Die englische *Ch. Braunii* schliesst sich nach O. Nordstedt an die afrikanische Form an, was auch deren egyptische Herkunft beweist.

Ist so die aegyptische Abstammung der englischen *N. graminea* Del. äusserst wahrscheinlich gemacht worden, so gab es für mich noch eine andere Untersuchung auszuführen.

In meiner Schrift „Beiträge zur Kenntniss der Gattung Najas" (Berlin 1870) habe ich S. 51 u. 52 beschrieben, wie die Blätter von *N. graminea* Del. dadurch ausgezeichnet sind, dass sie jederseits dicht unter dem Rande, sowie über und unter der Mittelrippe in der äussersten Zellschicht ein- bis dreireihige Stränge von gegabelten Bastzellen (Libriform) führen. Ich habe ferner l. c. S. 52 darauf hingewiesen, dass diese Bastnerven an den von Ehrenberg bei Damiette und von Schweinfurth bei Cairo gesammelten Pflanzen fehlen, während sie an den Pflanzen aus Cordofan und Djur, sowie an der algerischen und italienischen *N. graminea* Del. wohl ausgebildet sind. Ich habe seitdem die von Delile in den Reisfeldern bei Rosette, sowie die von Schweinfurth bei Benha-el-assl im Nil-Delta gesammelte *Najas graminea* Del. untersucht und beide ebenfalls ohne Bastnerven gefunden. — Ebenfalls entbehrt der Bastnerven eine von Gaillardet bei Saida in Syrien gesammelte Pflanze, die mir Herr Boissier gütigst mittheilte. Ferner konnte ich durch die gefällige Mittheilung des Herrn Professor Ascherson von ihm auf seiner Reise in die libysche Wüste in der Oase Dachl, sowie von ihm und Schweinfurth in der Grossen Oase (Chargeh) gesammelte *Najas graminea* Del. untersuchen. Dabei zeigte sich, dass die *Najas graminea* Del. aus einem Bache in Aïn-Scherif bei Kasr Dachl, sowie die von Ascherson bei El Chargeh gesammelte ebenfalls Blätter ohne Libriformzellen haben, wie die Pflanzen von Unteraegypten, während hingegen die von Ascherson in demselben Graben in Aïn-Scherif einige Wochen später sowie aus einem warmen Quellgraben in Kasr Dachl, sowie die von Schweinfurth bei Chargeh gesammelte *N. graminea* Blätter mit wohl ausgebildeten Bastnerven, wie die Pflanzen aus Cordofan, Djur, Algier, Celebes u. s. w. haben.

Die Untersuchung der englischen Exemplare zeigte nun, dass deren Blättern ebenfalls die Libriformfasern gänzlich fehlen, dass sie also darin mit der Form aus Unteraegypten vollständig übereinstimmen.

Ich gelange demnach dazu eine in Unteraegypten und Syrien auftretende Varietät der *Najas graminea* zu unterscheiden, die ich var. Delilei nenne, und die durch den Mangel der Bastnerven in den Blättern scharf charakterisirt ist. Das Fehlen dieser Bastnerven bei einer Varietät der *Najas graminea* ist um so merkwürdiger, als die durch den Bau der männlichen Blüthe sich von *N. graminea* Del. sehr scharf unterscheidende *N. tenuifolia* R. Br. aus Australien noch genau dieselben Bastnerven aus genau ebenso gestalteten Libriformfasern an den Blättern hat, diese Bastnerven also sogar den Charakter einer Gruppe verwandter Arten darstellen, und dennoch an einer Varietät einer Art dieser Gruppe fehlen.

Die englischen Exemplare gehören demnach zur var. *Delilei* und zeigen unzweideutig ihre Herkunft aus Aegypten.

Ich habe oben angegeben, dass die einen Exemplare aus Kasr-Dachl und Chargeh Blätter ohne Bastnerven, die anderen Blätter mit Bastnerven haben, d. h., dass die einen Exemplare zur *var. Delilei* gehören, die anderen mit der in Cordofan, Djur, Algier u. s. w. auftretenden Form übereinstimmen. Dies scheint mir recht deutlich zu zeigen, dass die Oasen der libyschen Wüste ihre Flora sowohl aus Aegypten, als aus Central-Afrika empfangen haben. Es stimmt dies mit dem Resultate der Ausführungen, die Ascherson in der Bot. Ztg. 1874, pag. 641—644 im Allgemeinen gegeben hat, überein.

Diesen Ausführungen scheint zunächst zu widersprechen, dass die englischen Exemplare durch die grosse Länge ihrer Blätter sich sehr auszeichnen, während die Blätter der *N. graminea* aus Cairo und Damiette sehr kurz sind. Aber genaue Vergleichung der Formen lehrt, dass man auf die Länge der Blätter auch hier, wie bei den meisten Wasserpflanzen, keinen Werth zu legen hat und dass die Länge der Blätter durch die äusseren Einflüsse des Standorts, wie Tiefe, Untergrund, Temperatur oder Bewegung des Wassers unmittelbar bestimmt wird. So zeigen von den in der Oase Dachl von Herrn Prof. Ascherson gesammelten Exemplare die Pflanzen vom tieferen ($\frac{1}{2}$ Meter tiefen) Standort die längeren Blätter, und haben dieselben die Bastnerven, und doch haben die englischen Exemplare noch längere Blätter ohne Bastnerven, und die egyptischen Exemplare kürzere Blätter ohne Bastnerven. So hat die in den flachen Gräben der Reisfelder der lombardischen Ebene wachsende *N. graminea* Del. kurze Blätter mit Bastnerven, und die *Najas graminea* aus Celebes sehr lange Blätter mit Bastnerven. Kurz, wir sehen, dass die Länge und Kürze des Blattes Nichts mit der Varietätenbildung der Art, und speciell Nichts mit der histiologischen Ausbildung des Blattgewebes zu thun hat.

Wohl aber ist es möglich, dass sich die der mechanischen Bastzellen entledigte var. *Delilei* in den ruhigen stagnirenden Gewässern der Nilüberschwemmungen ausgebildet hat, weil in diesen stagnirenden Gewässern die mechanischen Zellen functionslos geworden. So theilte Schwendener in seinem grundlegenden Werke „Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen (Leipzig 1874)“ pag. 122 die analoge hierhin gehörige Beobachtung mit, dass *Potamogeton fluitans* an seinen gewöhnlichen Standorten in strömendem Wasser ein entwickeltes System von Rindenbündeln hat, während die Varietät β *stagnatilis* Koch, welche in stehendem Wasser wächst, derselben vollständig entbehrt.

Die in den stagnirenden Gewässern der Nilüberschwemmungen entwickelte var. *Delilei* hat daselbst schon eine grosse Constanz, wie die in einem Zeitraume von etwa 100 Jahren von Delile, Ehrenberg und Schweinfurth aus Unteregypten gesammelten Exemplare auf's Unzweideutigste bezeugen. Auch ihr unverändertes Auftreten in England und den Oasen zeigt ihre Constanz und unmittelbare Unabhängigkeit vom Standorte an, wiewohl ihre Bildung wahrscheinlich durch dieselben veranlasst wurde.

---

72. W. Pfeffer: Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize.

Eingegangen am 17. Dezember 1883.

Unter den zu freier Ortsbewegung befähigten Organismen führen bekanntlich Schwärmsporen u. s. w. phototaktische Bewegungen aus und die Folge einer einseitig überwiegenden Reizwirkung ist es auch, dass Spaltpilze sich nach dem sauerstoffreichen Wasser hin bewegen. In Folgendem sollen nun weitere chemische Reizwirkungen mitgetheilt werden, welche dazu dienen locomotorische Organismen an die zu ihrem Wirken und ihrem Fortkommen geeigneten Stätten zu führen.

Für die Samenfäden der Farne ist Aepfelsäure das specifische Reizmittel, welches diese Organismen in die geöffneten Archegonien lockt. Ebenso werden bei ungleicher Vertheilung dieses Stoffes im Wasser die Samenfäden von *Selaginella* derart gereizt, dass sie nach der concentrirten Apfelsäure hinsteuern. In gleichem Sinne ist Rohrzucker das specifische Reizmittel der Spermatozoen der Laubmoose. Dagegen gelang es nicht die offenbar zu den wenig verbreiteten Pflanzenstoffen gehörigen Körper zu ermitteln, vermöge welcher der entleerte Inhalt des Halskanals des Archegoniums von *Marsilia*, Lebermoosen und *Chara* anziehende Reizwirkung auf die Samenfäden der bezüglichen Pflanze ausübt.

Nicht ein einzelner Körper, sondern jeder gute Nährstoff ist, bei ungleicher Vertheilung in der Lösung, ein Reizmittel der schwärmenden Spaltpilze, welche, zwischen einem Mehr und Weniger der Nahrung unterscheidend, zu der reichlicheren, resp. der besseren Nahrung hinwandern. Ferner habe ich Lösung von Fleischextrakt als Lockmittel für die Schwärmsporen von *Saprolegnia* und für *Trepomonas agilis*, einen Organismus der Flagellaten, kennen gelernt.

Es handelt sich in diesen Fällen übereinstimmend um chemische Reize, durch welche, bei ungleicher Vertheilung des auslösenden Agens, der frei bewegliche Organismus veranlasst wird, mit der ihm ohnehin zu Gebote stehenden Bewegungsthätigkeit, nach dem concentrirten Medium, also entgegen der Diffusionsrichtung sich zu bewegen.

Bei der Operation mit Flüssigkeiten wurde ein wenig von diesen in enge, einseitig zugeschmolzene Glascapillaren gefüllt und diese zu den zu prüfenden Objekten geschoben. Bringt man eine so beschickte Glascapillare, deren Inhaltsflüssigkeit 0,01 bis 0,1 pCt. Apfelsäure, an irgend eine Basis gebunden, enthält, zu herumschwärmenden Samenfäden von Farnen, so ändern die dem Capillarmunde nahen sofort ihre Bewegungsrichtung und eilen nach der Oeffnung der Capillare, in welche sie direkt oder nach einigem Herumschiessen vor derselben eindringen. Bald ist durch Diffussion der Capillarflüssigkeit die Anziehungssphäre erweitert und indem fortwährend Samenfäden herbeigelockt werden, können im Laufe einer Minute mehr als hundert dieser in der Capillare vereint sein, in welcher sich mit der Zeit förmliche Pfropfen von Samenfäden ansammeln.

Bei Verwendung verdünnter Lösung von Aepfelsäure ist die Anziehung auf die Samenfäden schwächer, eben merklich aber ist sie noch, wenn die Capillarflüssigkeit 0,001 pCt. Aepfelsäure enthält; mit dieser Concentration ist für die Spermatozoen der meisten der untersuchten Arten von Farnkräutern (*Adiantum cuneatum*, *Blechnum fraxineum*, *Pteris serrulata*) die Reizschwelle erreicht. Bei dieser verringerten Reizwirkung ist die Anziehung natürlich schwach und häufiger als bei stärkerem Reize enteilen die Samenfäden wieder der Diffussionssphäre der Aepfelsäure und aus der Capillare, in welchen deshalb nur eine geringe Zahl von Spermatozoen sich ansammelt.

Eine wie winzige Menge von Aepfelsäure nöthig ist, mag daraus erhellen, dass in einem concreten Falle die in der Capillare befindliche, 0,001 procentige Lösung insgesammt nur den 36 millionsten Theil eines Milligramms an Aepfelsäure enthielt, von der doch nur ein kleiner Bruchtheil direkt in Contakt mit einem Samenfaden kam. Dennoch ist diese geringe Menge nicht verschwindend gering gegenüber dem winzigen Samenfaden, dessen Gewicht weniger als den viermillionsten Theil eines Milligramms ausmacht und solches relatives Maass muss natürlich in diesem, wie in jedem anderen Falle angelegt worden.

In verdünnten Lösungen ist die Reizwirkung der Aepfelsäure gleich der ihrer Salze; mit höherer Concentration tritt aber ein Unterschied deshalb ein, weil die stärker saure, ebenso aber auch die alkalische Beschaffenheit der Flüssigkeit eine abstossende Reizwirkung auf die Samenfäden der Farne ausübt. Diese abstossende Wirkung ist eine allgemeine Eigenschaft freier Säuren und kommt z. B. dann auch zur Geltung, wenn die Capillarflüssigkeit 0,01 pCt. Aepfelsäure und 0,2 pCt. Citronensäure enthält. Von der Aepfelsäure angelockt steuern die Samenfäden reichlich nach der Capillare, prallen aber nahe an der Mündung zumeist zurück, während sie reichlichst in eine Capillare schwärmen, welche 0,01 procentige Aepfelsäure, ohne den Zusatz von Citronensäure enthält.

Eine abstossende Wirkung übt ferner hohe Concentration, auch indifferenter Stoffe, vermöge der osmotischen Leistung aus. Deshalb schrecken z. B. die meisten der Samenfäden zurück, welche gegen eine Capillare steuern, deren Inhalt, neben 0,01 pCt. Aepfelsäure (als Natronsalz), 10 pCt. Kalisalpeter aufzuweisen hat. Die äpfelsauren Salze üben ausserdem in höherer Concentration eine spezifisch abweisende Reizwirkung aus, die sich schon recht merklich macht, wenn (als neutrales Natronsalz) 5 pCt. Aepfelsäure in der Capillarflüssigkeit enthalten sind.

Dagegen wirken dickflüssige, aber in geringem Grade osmotisch leistungsfähige Schleime nicht abstossend auf die Samenfäden der Farne, welche demgemäss in den mit Aepfelsäure versetzten Traganthschleim eindringen, wenn sie sich auch nur mit sehr verlangsamter Bewegung fortzuarbeiten vermögen. Ebenso gelang es den Samenfäden der Farne sich in eine mit Zusatz von etwas Aepfelsäure bereitete, 0,7 procentige, nach dem Erkalten sehr weiche Gelatine einzubohren, während sie solches vergeblich versuchten, wenn die Gelatine etwas consistenter war.

Bei solchem Hineinarbeiten in Traganthschleim und Gelatine bewahren die Samenfäden gewöhnlich ihre Körperform, während sie sich zu steileren Spiralen strecken, wenn sie gezwungen sind, durch enge Spalten sich durchzuarbeiten. Auch zieht sich der Samenfaden wohl zu steilerer Schraube aus, wenn die am hinteren Ende mitgeschleppte Blase festklebt und das Vorwärtsstreben des Samenfadens als mechanischer Zug auf die hinteren Windungen des Körpers wirkt.

So weit die Concentration der Aepfelsäure nicht störend eingreift, ist das für die Beziehung zwischen Reizgrösse und den in uns erweckten Empfindungen ermittelte sog. Weber'sche oder Psychophysische Gesetz auch der Ausdruck für das Verhältniss von Reiz und Reaction der Samenfäden der Farne. Demgemäss muss zur Erzielung eben merklicher Empfindung der Zuwachs des Reizes stets in demselben Verhältniss stehen zu der Reizgrösse, zu welcher er hinzukommt und dieser Forderung entsprechend fielen in der That die empirischen Erfahrungen aus. Diese wurden gewonnen, indem die Spermatozoen, statt in Wasser, in eine Lösung mit bekanntem Gehalt an Aepfelsäure gebracht und dann bestimmt wurde, welcher Gehalt an Aepfelsäure 1) in der Capillar-

---

1) Die Apfelsäure kam in meinen Versuchen, wenn nicht anders bemerkt, immer als neutrales Natronsalz zur Verwendung.

flüssigkeit nöthig war, um eine eben merkliche Reaction zu erzielen. Diese immer gleiche Grösse, die Unterschiedsschwelle des Reizes war erreicht, wenn die Capillarflüssigkeit ungefähr 30 mal concentrirter war, als die Aussenflüssigkeit, gleichviel ob diese 0,0005 oder bis 0,05 pCt. Apfelsäure enthielt.

Aus diesen empirischen Grundlagen ergeben sich dann auch weitere Formulirungen und Folgerungen, die insbesondere von Fechner durchgeführt wurden[1]). Ohne hierauf an dieser Stelle näher einzugehen, soll doch dessen gedacht werden, dass, während der Reiz (hier der Concentration des Aepfelsäure) in geometrischer Progression zunimmt, die Reaction der Samenfäden (die Empfindung) nur in arithmetischer Progression wächst. Da die gleiche Beziehung zwischen den Grundzahlen und den zu ihnen gehörigen Logarithmen besteht, so lässt sich das Weber'sche Gesetz auch dahin formuliren: die Reaction (Empfindung) ist gleich dem Logarithmus des Reizes.

Aus den eben angezogenen Beziehungen ersieht man sogleich, wie mit steigendem Reize die Reaction (Empfindung) langsamer und langsamer zunimmt. Uebrigens lehrt auch die directe empirische Erfahrung, dass zur Erreichung der Reizschwelle die Concentration der Capillarflüssigkeit absolut um so mehr gesteigert werden muss, je reicher die Aussenflüssigkeit an Aepfelsäure ist. Denn enthielt letztere 0,0005 pCt. Aepfelsäure, so trat eben merkliche Reaction ein, sobald sich 0,015 pCt. Aepfelsäure in der Capillarflüssigkeit befanden und zu gleicher Reaction bedurfte es eines Gehaltes von 1,5 pCt. Aepfelsäure in der Capillarflüssigkeit, wenn die Aussenflüssigkeit 0,05 pCt. Aepfelsäure enthielt.

In homogener Lösung von Aepfelsäure (nicht aber in Lösung indifferenter Stoffe) werden die Samenfäden der Farne also absolut unempfindlicher gegen die durch einseitigen Angriff der Aepfelsäure erzielte Reizwirkung und aus dieser mit dem Aepfelsäuregehalt steigenden und fallenden Stimmungsänderung ergiebt sich, dass die Aepfelsäure auch in gleichförmiger Vertheilung einen Reiz auf die Samenfäden ausübt. Hierbei kommt eine Richtungsbewegung, die eben vom einseitigen Angriff der Aepfelsäure abhängt, nicht zu Wege und die verdünnte, homogene Aepfelsäurelösung hat auch keinen Einfluss auf Lebensdauer und Bewegungsthätigkeit der Samenfäden.

Die Unterschiedsempfindlichkeit der Samenfäden der Laubmoose gegenüber ihrem specifischen Reizmittel, dem Rohrzucker, und der Spaltpilze gegenüber anlockenden Nährlösungen dürfte sich gleichfalls den im Weber'schen Gesetz ausgedrückten Beziehungen anschliessen. Wie weit solches für andere Reizwirkungen gilt, lässt sich aus der Literatur nicht entnehmen, doch habe ich einigen Grund zu glauben,

---

1) Elemente der Psychophysik 1860 und Revision der Hauptpunkte der Psychophysik 1882.

dass u. A. in heliotropischen, phototactischen, geotropischen Bewegungen das im Weber'schen Gesetz ausgesprochene Verhältniss zwischen Reiz und Reaction zutrifft, natürlich nur in so weit. als eine störend eingreifende Reizgrösse nicht erreicht ist.

Da das Weber'sche Gesetz also nicht allein für die Beziehungen zwischen Reiz und den in uns erweckten Empfindungen gilt, so sind die an Samenfäden gewonnenen Erfahrungen zugleich eine Stütze der physiologischen gegenüber der psychophysischen Ansicht. Letztere, von Fechner[1]) vertreten, sieht in dem Weber'schen Gesetz ein Grundgesetz allgemeiner Gültigkeit für die Beziehungen zwischen Nervenprocess und Seele, das, soweit es die psychischen Funktionen betrifft, der physiologischen Forschung entzogen ist, während nach der von G. E. Müller[2]) vertretenen physiologischen Ansicht das Weber'sche Gesetz ein Erfahrungssatz ist, dessen physiologische Ursachen in den Eigenschaften der in der Reizbewegung betheiligten Organe begründet ist.

An dieser Stelle verzichte ich darauf, den methodischen Gang der Untersuchung darzulegen, welcher mich die Aepfelsäure als specifisches Reizmittel der Samenfäden der Farne erkennen liess. Erwähnen will ich nur, dass kein anderer der verbreiteten Pflanzenstoffe als anlockender Reiz auf diese Samenfäden wirkte, die sich auch indifferent gegen alle weniger verbreitete Pflanzenstoffe verhielten, welche zur Prüfung kamen. Ueberhaupt fand ich nur in der Maleinsäure einen die Samenfäden analog wie die Aepfelsäure, aber schwächer reizenden Körper, während sich diese Organismen indifferent verhielten gegen die neben Maleinsäure bei der trockenen Destillation der Aepfelsäure entstehende Fumarsäure und gegen Asparagin, das Amid der Aepfelsäure.

Da die Samenfäden der Farne auch gegen verletzte Zellen, Gewebeschnitte u. s. w. hinwandern, sofern Aepfelsäure austritt, so kann man jene als physiologisches Reagens auf diesen Körper anwenden. In der That gelang es mir, so die im Pflanzenreich verbreitete Aepfelsäure in jeder geprüften Pflanze nachzuweisen und zu constatiren, dass sie sich sowohl in den Zellen des Urmeristems als auch der Dauergewebe findet.

Auch eine annähernd quantitative Bestimmung der Aepfelsäure ist möglich, indem man ermittelt, welche Concentration eine Apfelsäurelösung haben muss, damit die anziehende Wirkung eingelegter Pflanzenschnitte auf Samenfäden bis auf eine eben merkliche Grösse herabgedrückt wird, denn dieses trifft zu, sofern in der Aussenflüssigkeit 30 mal weniger Aepfelsäure enthalten ist, als in den verletzten Zellen. Auf diesem Wege ermittelte ich, dass der Aepfelsäuregehalt in der aus dem

---

1) l. c.

2) Zur Grundlegung der Psychophysik 1878.

Halskanal des Archegonimus an *Adiantum capillus veneris* entleert werdenden Masse ungefähr 0,3 pCt. beträgt.

Die Aepfelsäure haben wir nun auch als das Reizmittel anzusprechen, welches das Anlocken und das Einschwärmen der Samenfäden der Farne in das Archegonium dieser Pflanzen veranlasst, ein Vorgang, der sich in der von Strasburger[1]) beschriebenen Weise abspielt. Die Aepfelsäure ist in dem entleerten Schleime enthalten, welcher selbst nicht anziehend wirkt, aber nützt, indem er das Wegspülen der Aepfelsäure durch Wasserströme erschwert und indem er die Bewegungen der Samenfäden verlangsamt, wodurch erreicht wird, dass diese präciser einschwärmen als stürmisch heraneilende, welche durch das Anprallen an den engen Hals des Archegoniums leicht von ihrer Bahn abgelenkt werden. Auch das Eindringen der Samenfäden in die Eizelle dürfte durch Ausgabe von Aepfelsäure aus dem Empfängnissfleck veranlasst werden; jedenfalls dringen in diesen die Samenfäden in analoger Weise ein, wie in weiche Gelatine, die unter Zusatz von etwas Aepfelsäure bereitet wurde.

Da das specifische Reizmittel dasselbe für alle Farne ist (ebenso ist es bei den Laubmoosen), ist durch jenes der Fremdbefruchtung nicht vorgebeugt, und in der That dringen, wenigstens bis an die Eizelle, auch Samenfäden anderer Arten in das Archegonium eines Farnkrautes. Dagegen gelangen in dieses die von Aepfelsäure gleichfalls angelockten Samenfäden von *Selaginella* nicht, weil sie den mechanischen Widerstand des Schleimes nicht zu überwinden vermögen. Uebrigens sind die Samenfäden von *Selaginella erythropus* gegen Aepfelsäure ebenso empfindlich wie die der Farne.

Die Aepfelsäure ist aber nicht das specifische Reizmittel der Samenfäden aller Gefässkryptogamen, denn unempfindlich gegen jenes Agens sind die Samenfäden von *Marsilia*. Diese werden durch die aus dem Archegonium von *Marsilia*, nicht aber durch die aus dem Archegonium der Farne entleerte Masse angelockt, den wirksamen, löslichen Körper aber, welcher zu den wenig verarbeiteten Pflanzenstoffen gehören muss, habe ich nicht aufgedeckt.

Wie immer dient das specifische Reizmittel nur dazu, die ohnehin in die Nähe des Archegoniums kommenden Samenfäden anzulocken, und bei *Marsilia* ist durch die weiche Gallerthülle der Makrospore dafür gesorgt, dass beim Oeffnen des Archegoniums, nicht fern von diesem, Samenfäden sich befinden. Diese Gallerthülle übt übrigens keine direkte Anziehung auf die Samenfäden, welche sich nur deshalb in derselben häufen, weil die zufällig anstossenden festgehalten werden. Aus gleichem Grunde sammelt sich u. a. auch *Pandorina morum* als grüner Saum in dem aus einem Quittensamen hervorquellenden Schleime.

---

1) Jahrbücher f. wiss. Bot. 1869—70, Bd. 7, p. 390.

Für die Laubmoose ist das specifische Reizmittel Rohrzucker und zwar dürfte es dieser für alle echten Laubmoose sein, da ausser der specieller untersuchten *Funaria* auch die Samenfäden einiger anderen Arten ein gleiches Resultat ergaben. Diese Samenfäden sind ebenfalls gegen ihr specifisches Reizmittel sehr empfindlich, denn auch für sie genügt eine 0,001 procentige Lösung, um eine eben merkliche Anziehung zu bewirken. Ausser Rohrzucker übte kein anderer der geprüften Stoffe eine anziehende Reizwirkung auf die Samenfäden von *Funaria* aus.

Die Samenfäden der Lebermoose (es wurden die von *Marchantia* und *Radula complanata* benutzt) verhielten sich gegen jeden geprüften Körper indifferent, doch werden sie, wie durch Strasburger[1]) für *Marchantia polymorpha* bekannt, durch den aus dem Archegonium dieser Pflanze entleerten Inhalt angezogen. Das noch festzustellende specifische Reizmittel fehlt bei Laubmoosen und Farnen in dem Archegonium, da nach dessen Oeffnen die Samenfäden von *Marchantia* indifferent, wie zuvor, vorbeisteuern.

Analog wie bei *Marsilia* und *Marchantia* liegt die Sache bei *Chara*[2]), auf deren Samenfäden der aus der Eiknospe dieser Pflanze ausgeschiedene Stoff übrigens eine relativ nur geringe anziehende Reizwirkung ausübt.

Dagegen üben die Gameten von *Chlamidomonas pulvisculus* und *Ulothrix zonata* keine Fernwirkung aufeinander und bei diesen das Wasser schnell durcheilenden Organismen muss es ja auch unwahrscheinlich dünken, dass ein in das Wasser ausgeschiedenes lösliches Reizmittel die Sexualzellen vortheilhaft zu einander zuführen vermag.

In denjenigen Fällen hingegen, in welchen es sich darum handelt, bewegliche männliche Sexualzellen zu der ruhenden Eizelle zu führen, dürften zur Anlockung jener chemische Reizmittel allgemein oder wenigstens sehr gewöhnlich dienen. Ist auch bisher auf diesen Punkt kaum Rücksicht genommen, so sind doch beiläufige Beobachtungen gemacht, welche auf solche Reizwirkungen entschieden deuten. Ich verweise u. a. auf *Fucus*, dessen Eizelle nach Thuret[3]) sehr energisch die Samenfäden dieser Pflanze anlockt. Auch die Beobachtungen Pringsheim's[4]) an *Vaucheria* und die Cohn's[5]) an *Sphaeroplea* deuten entschieden auf solche Anlockung der Samenfäden hin. Eine solche Anlockung übt auch nach Berthold[6]) die Eizelle von *Ectocarpus siliculosus*, nach Reinke[7]) und Falkenberg[8]) die von *Cutleria*

---

1) Jahrb. f. wiss. Bot. 1869—70, Bd. 7, p. 418.

2) Vgl. de Bary, Monatsb. d. Berl. Akad. 1871, p. 233.

3) Annal. d. scienc. naturell. 1854, IV ser., Bd. 2, p. 210.

4) Befruchtung und Keimung der Algen 1855, p. 8.

5) Annal. d. scienc. naturell. 1856, IV ser., Bd. 5, p. 202.

6) Mitth. d. zool. Station zu Neapel 1881, Bd. 2, p. 405.

7) Nova Acta d. Leopold. Akad. 1878, Bd. XI, p. 67.

8) Mitth. d. zool. Station zu Neapel, Bd I, p 426.

auf die bezüglichen Samenfäden aus. Entsprechende anziehende Reizwirkungen aus dem Thierreiche sind mir nicht bekannt, doch fehlen sie auch sicherlich in diesem nicht.

Für die Spaltpilze hat ihre Empfindlichkeit gegen ungleiche Vertheilung der Nährstoffe, den Zweck, die schwärmenden Organismen nach der reichlicheren, resp. besseren Nahrung zu führen, und dem entsprechend veranlassen alle besseren organischen Nährstoffe unter den besagten Bedingungen eine einseitige Richtungsbewegung.

Näher untersucht wurden *Bacterium termo*, das gewöhnliche Fäulnissbakterium, und *Spirillum undula*[1]), die beide sogleich in reichstem Maasse in eine Capillare einschwärmen, die z. B. einprocentige Lösung von Fleischextrakt oder von Asparagin enthält. Dieses trifft übrigens nur zu, wenn die Aussenflüssigkeit nicht zu reich an einem Nährmateriale ist, denn die Unterschiedsempfindung dieser Organismen stimmt jedenfalls im wesentlichen zu dem früher besprochenen Weber'schen Gesetze.

Des unvermeidlichen Vorhandenseins einer kleinen Menge von Nährmaterial in der Aussenflüssigkeit und noch anderer Umstände halber, ist es schwer, die Reizschwelle dieser Spaltpilze näher zu bestimmen, auf die aber auch schon eine minimale Menge der besten Nährstoffe bei einseitigem Angriff als Richtungsreiz wirkt. Doch sind in dieser Hinsicht die Bakterien nach Engelmann's Beobachtungen empfindlicher gegen Sauerstoff, und auch die absolute Empfindlichkeit der Samenfäden gegen ihre specifischen Reizmittel wird im Allgemeinen nicht erreicht. Das Wandern der Spaltpilze nach dem sauerstoffreicheren Medium hin, hat auch Einfluss auf die Art der Anhäufung derselben in der Capillare, worauf indess an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden soll.

Gegen höhere Concentration ist *Spirillum* ungleich empfindlicher als *Bacterium termo*, denn jenes wird schon abgestossen wenn 1procentiger Fleischextractlösung 2 pCt. Kalisalpeter zugesetzt sind, während nach Zusatz von 25 Procent Salpeter *Bacterium termo* noch reichlich in die Glascapillare einschwärmt. Mit dieser Empfindlichkeit hängt auch das Verhalten gegen Fleischstückchen zusammen, welche unter Deckglas zu diesen Organismen gebracht sind. Beide eilen sogleich nach dem anlockenden Bissen, während aber *Bacterium termo* bis an denselben dringt, macht *Spirillum* in einiger Entfernung von den Fleischstückchen Halt, weil sich um diese eine Lösung genügender Concentration bildete, um abstossend auf *Spirillum* zu wirken. Allmählich rückt dann auch *Spirillum* bis an das Fleisch vor, und dieses geschieht

---

1) Nach Abbildung und Beschreibung bei Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 1872, Bd. I, Heft 2, p. 142.

2) Pflüger's Archiv f. Physiologie 1881, Bd. 26, p. 541; Bot. Zeit. 1883, p. 4.

sogleich, wenn man zuvor die Stückchen genügend mit Wasser abwäscht [1]).

Mit dieser abstossenden Reizwirkung hängt es auch zusammen, dass schlechtere Nährstoffe überhaupt *Spirillum* nicht anlocken, weil diese Reizwirkung erst bei höherer Concentration beginnen würde, die schon überwiegend abstossende Wirkung erzielt.

Genau parallel geht übrigens die anlockende Reizwirkung nicht mit dem Nährwerth eines Stoffes. Denn während Pepton mit Zucker (und anorganischen Stoffen) ein besseres Nährmaterial für *Bacterium termo* ist als Asparagin [2]), lockt letzteres diesen Spaltpilz energischer in eine Capillare. Durch Asparagin wird aber auch im höheren Grade die Bewegung schwimmender Spaltpilze beschleunigt, und je ansehnlicher diese Beschleunigung, um so intensiver scheint, nach den bisherigen Erfahrungen, die anlockende Reizwirkung eines Stoffes zu sein. Indess muss die Bewegungsbeschleunigung, welche auch in homogener Lösung durch Nahrungszufuhr bewirkt wird, von der richtenden Reizwirkung bei einseitigem Angriff getrennt gehalten werden. Denn diese tritt noch ein, wenn die Bacterien bereits durch genügenden Nahrungsvorrath die maximale Bewegungsschnelligkeit erreichten, und die Bacterien schwärmen auch in Capillaren noch dann, wenn die Bewegungsthätigkeit der eintretenden Organismen durch die Beschaffenheit der Capillarflüssigkeit herabgedrückt wird.

Analog wie bei Samenfäden erzielt der einseitige Angriff des auslösenden Agens eine bestimmte Achsenrichtung der Bacterien und bewirkt zugleich in diesen hin- und hergehenden Organismen, dass die nach dem Reizmittel hinzielenden Bewegungsphasen relativ gefördert werden.

Sicherlich werden noch in vielen Fällen Organismen durch chemische Reize an den ihnen Nahrung bietenden Ort geführt. Das ist u. A. der Fall bei den Schwärmsporen von *Saprolegnia*, auf die Fleischextract einen Richtungsreiz ausübt und die deshalb auch nach den in dem Wasser befindlichen Fliegen steuern. Voraussichtlich werden durch specifische Reizmittel öfters die Schwärmer von Parasiten zu ihren Nährpflanzen gelockt, und das mag wohl u. A. zutreffen für die Parasiten der *Saprolegnien*, welche sich nach A. Fischer [3]) nur an ihre specifischen Nährpflanzen festsetzen.

Durch chemische Reize werden aber auch bei den nicht zu freier Ortsbewegung befähigten Pflanzen Krümmungsbewegungen veranlasst, von denen die bei einer Anzahl fleischverdauenden Pflanzen vorkommenden bekannt sind. Ohne Zweifel ist auch in manchen Fällen der einseitige Angriff eines chemischen Agens die äussere Ursache für zweckentsprechende Krümmungsbewegung. Solches dürfte wohl der Fall sein bei der Ablenkung der Antheridien bildenden Nebenäste nach dem Oogonium von *Saprolegnia*[1]) und der Krümmung der Keimschläuche von *Isaria farinosa* nach der Spore von *Melanospora parasitica*[2]), sowie in andern Fällen, die bisher einer Untersuchung in dieser Richtung nicht unterzogen wurden.

---

[1]) Hinsichtlich der von Ehrenberg u. a. beobachteten Anhäufung von Spaltpilzen um Bissen ist nicht zu sagen, ob ein Zusammenwandern oder eine Vermehrung an Ort und Stelle die Ursache der Ansammlung wurde.

[2]) Nägeli, Ernährung der niederen Pilze in Sitzungsb. der Bayrischen Akad. 1879, p. 287.

[3]) Jahrb. f. wiss. Bot. 1883, Bd. 13, p. 303.

73. A. Zimmermann: Molecular-physicalische Untersuchungen (1).

Eingegangen am 23. Dezember 1883.

1. Ueber den Zusammenhang zwischen Quellungsfähigkeit und Doppelbrechung.

Um die verschiedenen Erscheinungen, die man an pflanzlichen und thierischen Membranen mit Hülfe des Polarisationsmikroskopes beobachten kann, zu erklären, wurde bekanntlich von Naegeli[3]) die Theorie aufgestellt, dass diese organischen Gebilde aus Molecülcomplexen, sog. Micellen, aufgebaut seien, die ebenso wie nicht reguläre Krystalle doppelbrechend wirken. Diese Theorie, die durch viele Thatsachen wahrscheinlich gemacht war, wurde bis vor Kurzem fast allgemein anerkannt. Nur wenige Anhänger hatte dagegen die zuerst von Schulze[4]) aufgestellte Theorie, die alle Erscheinungen im polarisirten Lichte auf moleculare Spannungen, wie man sie an erhitzten oder gezogenen Glasfäden, Gelatinestreifen oder dergl. beobachtet, zurückzuführen sucht. Nur N. I. C. Müller[5]) ist bereits 1875 entschieden für dieselbe eingetreten, in neuerer Zeit haben dagegen auch von Höhnel[1]), Wiesner[2]) und Strasburger[3]) sich für dieselbe erklärt.

---

[1]) De Bary, Beiträge zur Physiologie und Morphol. d. Pilze 1881, IV. Reihe, p. 85 und 90.

[2]) Kihlmann, Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten 1883, p. 12 (Separatabzug aus Acta Soc. Scient. Fenn. Bd. XIII).

[3]) cf. Naegeli und Schwendener, das Mikroskop. 2 Aufl., p. 354 ff.

[4]) Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1861, p. 204.

[5]) Botan. Untersuchungen I. p. 134.

Ohne mich nun vorläufig weder der einen noch der anderen Theorie anschliessen zu wollen, möchte ich mir erlauben, im Folgenden eine Reihe von Thatsachen anzuführen, die schon an und für sich einiges Interessante bieten dürften, deren theoretische Verwerthung ich mir aber vorbehalten muss, bis ich noch verschiedene andere Fragen, über die in der Literatur die widersprechendsten Angaben vorliegen, genau geprüft habe.

In der Nomenclatur werde ich mich der grösseren Anschaulichkeit halber N. I. C. Müller anschliessen und alle Zellen mit expandirten oder comprimirten Glasröhren oder Gelatinestreifen von gleicher optischer Reaction vergleichen. Um diese Vergleichung durchführen zu können, verfuhr ich ganz nach den Angaben des genannten Autors. Bei gekreuzten Nicols und mit Gypsplättchen Roth I[4]) in Diagonalstellung wurde ein noch nicht vollkommen ausgetrockneter Gelatinestreifen in der Längsrichtung unter dem Polarisations-Mikroskop gezogen und dann das Fadenkreuz des Oculars auf die beiden Richtungen eingestellt, welche die höchsten Additions- resp. Subtractionsfarben gaben. Indem ich die zu untersuchenden Objecte in die Richtung der beiden Arme des Fadenkreuzes brachte, konnte ich nun, je nachdem dieselben in derselben Richtung wie der Gelatinestreifen Additionsfarbe gaben oder in einer senkrecht darauf stehenden, leicht constatiren, ob die Orientirung der Elasticitätsellipse in denselben einem in der Längsrichtung expandirten oder comprimirten Gelatinestreifen entspricht.

Dass keine Verschiebungen am Apparate stattgefunden hatten, wurde, wenn dies nöthig erschien, durch Vergleichung mit einem Gelatinestreifen, der im gezogenen Zustande vollständig ausgetrocknet war, die Interferenzfarben aber noch vollkommen erhalten hatte, constatirt. Uebrigens können auch dünne Kautschukstreifen oder Glasröhren mit demselbn Erfolge zu diesem Zwecke verwandt werden.

Um etwaigen Missverständnissen vorzubeugen, bemerke ich jedoch ausdrücklich noch einmal, dass ich diese Vergleichung nur der grösseren Anschaulichkeit wegen gewählt habe, und dass ich es unentschieden lassen möchte, ob wir bei den organischen Membranen wirklich Druck- und Zugspannungen als die Ursache ihres optischen Verhaltens anzusehen haben, oder ob das Zusammentreffen der optischen Reaction nicht ein rein zufälliges ist.

---

1) Bot. Zeit. 1882, No. 36 u. 37.

2) Elemente der Anatomie und Phys. 1881, p. 260, Anm. zu 17.

3) Ueber Bau und Wachsthum der Zellhäute, 1882, p. 208 ff.

4) Nur in wenigen Fällen, wo mir die Farben bei dieser Combination unsicher erschienen, benutzte ich das Gypsplättchen Roth II oder Glimmerplättchen von $^1/_8$ bis $^1/_2$ λ.

Die Frage, welche ich in dieser Mittheilung entscheiden möchte, bezieht sich auf den Zusammenhang zwischen Quellungsfähigkeit und Doppelbrechung; ich glaube nach meinen Untersuchungen den Satz aufstellen zu können, dass alle nicht cuticularisirten Zellmembranen eine solche optische Reaction geben, wie wenn sie in der Richtung der stärksten Quellungsfähigkeit, die natürlich auch mit der Richtung der stärksten Schrumpfung beim Austrocknen zusammenfällt, comprimirt wären.

In der Literatur liegt eine Untersuchung über diese Frage nicht vor. Nur von Höhnel wäre hier zu nennen; dieser Autor macht nämlich in seiner als vorläufige Mittheilung betitelten Arbeit[1]), in der er Quellung und Doppelbrechung auf dieselben molecularen Spannungen zurückführt, vollkommen dieselbe Annahme, ohne jedoch andere Beweise dafür zu bringen, als dass die Zellmembranen in der Radialrichtung am stärksten quellen und dass sie in dieser Richtung zusammengedrückt erscheinen, während in der Longitudinalrichtung das Umgekehrte der Fall ist. Ich werde jedoch im Folgenden zeigen, dass längsgestreckte Zellen auch in der Longitudinalrichtung comprimirt erscheinen können, ja dass selbst die beiden Seiten ein und derselben Zelle entgegengesetzte Reaction geben können. Diese Zellen zeigen dann aber auch stets ein abweichendes Verhalten bezüglich ihrer Quellungsfähigkeit und zwar in der Weise, dass sie insgesammt den oben aufgestellten Satz bestätigen.

Das Material zu meinen Untersuchungen lieferten mir verschiedene hygroscopische Objecte, deren Mechanik, da sie mit der Ausstreuung und Verbreitung der Samen im Zusammenhang steht, schon mehrfach beschrieben wurde. Es stand zu erwarten, dass, wenn überhaupt ein Zusammenhang zwischen Quellungsfähigkeit und Doppelbrechung besteht, derselbe sich bei diesen am besten würde auffinden lassen; und in der That wurden meine Erwartungen nicht getäuscht. Ich gehe nun zur Besprechung meiner Untersuchungen über.

1. Geranium sanguineum.

Die Theilfruchtschnäbel oder Grannen dieser Pflanze krümmen sich bekanntlich beim Austrocknen in Folge einer stärkeren Schrumpfung der im ganzen Fruchtschnabel nach Aussen gelegenen Zellen; und zwar wird diese Krümmung nicht etwa durch Kreuzung der beiden verschieden stark quellbaren Zellcomplexe bewirkt, wie dies so häufig bei aufspringenden Früchten der Fall ist[2]), vielmehr laufen alle in Betracht kommenden Zellen parallel, und es wird die Krümmung durch ungleiche

---

[1]) Bot. Zeit. 1882, p. 597 ff.

[2]) cf. Steinbrink: Untersuchungen über die anatom. Ursachen des Aufspringens der Früchte, Bonn 1873 und Botan. Zeit. 1878, Nr. 36—39.

Contraction der äusseren und inneren Zellen in longitudinaler Richtung herbeigeführt. Diese ungleiche Quellungsfähigkeit geht nun nicht nur mit anatomischen Differenzen Hand in Hand, wie dies schon früher constatirt wurde[1]), sondern es zeigen diese Zellen auch ein ganz verschiedenes optisches Verhalten.

Betrachtet man nämlich zunächst isolirte Zellen aus der Granne unter dem Polarisations-Mikroskope, an dem die einzelnen Theile in der oben angegebenen Weise orientirt sind, so findet man, dass in der Richtung, wo ein gezogener Glasfaden Additionsfarbe geben würde — diese Richtung soll in Folgendem der Kürze wegen als Zugrichtung bezeichnet werden —, die Zellen sowohl in der Profilansicht als auch in der Flächenansicht theils Subtractions-, theils Additionsfarben geben. Die Zellen erscheinen mithin in longitudinaler Richtung theils comprimirt, theils expandirt. Die gleiche Erscheinung beobachtet man auch an Längsschnitten, die parallel dem kürzeren Durchmesser der im Querschnitte etwa wurstförmigen Granne geführt sind. Diese Schnitte krümmen sich beim Austrocknen in der Schnittebene und müssen folglich auf der einen Hälfte die stark contractionsfähigen Zellen enthalten, während die andere Hälfte von den weniger stark contractionsfähigen Zellen eingenommen wird. Ganz dem entsprechend zeigt nun auch in der That in der Zugrichtung unter dem Polarisations-Mikroskop die eine Hälfte des Schnittes Additions-, die andere Subtractions-Farben, die sich natürlich je nach der Dicke des Schnittes mehr oder weniger weit von dem Roth der ersten Ordnung in der Newton'schen Skala entfernen. Es liess sich nun aber ferner auch leicht constatiren, dass die Zellen, welche bei der Krümmung durch Schrumpfung die concave Seite einnehmen — diese Zellen sind übrigens auf angefeuchteten Schnitten an den quergestellten Poren leicht zu erkennen — in der Zugrichtung Subtractionsfarben geben. Hieraus geht nun hervor, dass diese Zellen in longitudinaler Richtung comprimirt erscheinen, während die anderen Zellen, wie die meisten übrigen, die Reaction von in longitudinaler Richtung gedehnten Glasfäden geben. Es reagirt eine solche ausgetrocknete Granne also ganz wie ein gekrümmter Cylinder, den die durch die Biegung hervorgerufenen elastischen Kräfte wieder gerade zu strecken streben.

Mit Bezugnahme auf den oben ausgesprochenen Satz, lässt sich das gewonnene Resultat auch so ausdrücken, dass die den Mechanismus der Krümmung bewirkende stärkere Contraction der äusseren Zellen der Granne in der Weise mit der optischen Reaction dieser Zellen im Zusammenhang steht, dass diese Zellen in der Richtung, in der diese Contraction stattfindet, zusammengedrückt erscheinen.

---

1) cf. Steinbrinck, Bot. Zeit. 1878, p. 577 u. Zimmermann, Pringsh. Jahrb. Bd. 12, p 568 ff.

Bevor ich *Geranium* verlasse, bemerke ich noch, dass diese Reactionen sowohl an angefeuchteten, als auch an ausgetrockneten Schnitten hervortreten — letztere wurden in Oel beobachtet. Ich muss mir jedoch ausführlichere Mittheilungen über den Einfluss der Quellung auf die Doppelbrechung vorbehalten.

2. Erodium gruinum.

Die Grannen von *Erodium gruinum* werden bekanntlich beim Austrocknen schraubenförmig aufgedreht. Ohne mich nun auf den Mechanismus dieser Formveränderungen[1]) weiter einzulassen, bemerke ich nur, dass hier die optische Reaction der parallel laufenden stark verdickten Zellen vollkommen der von *Geranium* entspricht. Auch hier geben die bei der Krümmung die concave Seite einnehmenden Zellen, die also in der Längsrichtung stark contractionsfähig sind, in der Zugrichtung des Polarisationsmikroskopes eine Subtractionsfarbe. Sie erscheinen folglich in dieser Richtung zusammengedrückt. Die anderen weniger stark contractionsfähigen Zellen geben hingegen auch hier die umgekehrte Reaction: sie erscheinen longitudinal gedehnt.

3. Caragana arborescens.

Die meisten Schoten der Papilionaceen zeigen bekanntlich beim Aufspringen ein schraubenförmiges Aufdrehen. Bewirkt wird dieser Mechanismus[2]) zum Theil dadurch, dass die Zellen der meist sehr dickwandigen Epidermis, die auch häufig, wie z. B. gerade bei *Caragana* noch mechanische Verstärkungen besitzen kann, und die Zellen der Hartschicht in zwei senkrecht aufeinander verlaufenden Richtungen gestreckt sind. Diese Richtungen bilden ferner mit der Längsaxe der Hülsenklappen einen schiefen Winkel, aber so, dass die Zellen der Hartschicht der Drehungsaxe der aufgesprungenen Hülsenklappen parallel laufen. Daraus jedoch, dass auch die isolirte Hartschicht noch starke schraubenförmige Krümmungen zeigt, geht aber hervor, dass auch in dieser Verschiedenheiten in der Contractionsfähigkeit vorhanden sein müssen. Und zwar wird diese Krümmung nicht wie bei *Geranium* und *Erodium* durch ungleiche Contraction in der Längsrichtung der Zellen bewirkt, sondern es findet hier vielmehr eine Krümmung in der Querschnittsebene der Hartschnitt statt. Wir sind also gezwungen, eine ungleiche Quellungsfähigkeit der inneren und äusseren Zellen der Hartschicht in der Querrichtung anzunehmen, und es war zu untersuchen, ob sich auch hier optische Differenzen zeigen würden. In der That war dies der Fall, und zwar in der Weise, dass die bei der

---

1) cf. Steinbrinck, l. c. p. 595; Zimmermann, l. c. p. 570 f.

2) cf. Steinbrinck, Diss. p. 11 ff., Zimmermann, l. c. p. 562 ff. und Steinbrinck, Diese Berichte, Bd. I, p. 270 ff.

Krümmung die concave Seite einnehmenden Zellen, die also die stärkere Contractionsfähigkeit in der Querrichtung besitzen in dieser Richtung comprimirt erscheinen, während die in dieser Richtung weniger contractionsfähigen äussersten Zellen der Hartschicht die Reaction auf longitudinale Compression geben.

Es lässt sich diese Thatsache sowohl an isolirten Zellen der Hartschicht als auch auf Schichten, die parallel zu dieser geführt sind leicht constatiren. Bei letzteren erhielt man in der Zugrichtung unter dem Polarisationsmikroskop an den innersten Schichten Additionsfarben; nur die beiden äussersten oder auch stellenweise nur die äusserste Zellschicht der Hartschicht, die unmittelbar an das dünnwandige Parenchym grenzt, das den Raum zwischen der Hartschicht und der äusseren Epidermis einnimmt, zeigte Subtractionsfarbe.

Dass hier in der Zugrichtung die stärker contractionsfähigen Zellen Additionsfarben geben, während bei *Geranium* und *Erodium* das umgekehrte der Fall war, kann natürlich nicht auffallen, denn bei diesen ist es ja die stärkere Contraction in der Längsrichtung, welche die Krümmung bewirkt, während bei *Caragana* hingegen die Stärke der Schrumpfung in der Querrichtung der Zellen in Betracht kommt.

Ebenso wie *Caragana* verhält sich auch *Lotus corniculatus.*

Ich gehe nun zur Besprechung der hygroscopischen Einrichtungen über, die sich an verschiedenen Samenhaaren befinden und die alle den Zweck haben, diese Haare, die in der geschlossenen Frucht dicht aneinander liegen, von einander abzubiegen um so dem Winde eine grössere Angriffsfläche zu liefern. Der erste der auf diese Erscheinungen aufmerksam gemacht hat, ist Hildebrand[1]). Der genannte Autor hat nicht nur den Mechanismus dieser Krümmungen bereits richtig beschrieben, sondern auch bereits die Entwickelungsgeschichte einer Anzahl dieser Haare untersucht. Ich kann mich daher unter Verweisung auf die Arbeiten Hildebrand's darauf beschränken, die optischen Eigenschaften dieser Gebilde eingehender zu besprechen, über die bis jetzt in der Literatur — soviel mir bekannt — keine Angaben vorliegen. Leider war es mir jedoch zur Zeit noch nicht möglich alle von Hildebrand angeführten Species zu untersuchen, doch stimmen die an den wenigen (6) Arten gewonnenen Resultate sowohl unter sich, als auch mit den bereits mitgetheilten so vollkommen überein, dass mir die daraus gezogenen Schlüsse nicht voreilig erscheinen.

4. Tillandsia fasciculata.

Die Samenhaare dieser Pflanze bestehen aus zwei Zellreihen, von denen die Zellen der einen Reihe bedeutend schmäler sind als die der anderen. Am unteren Theile des Haares findet beim Austrocknen eine

---

1) Bot Zeit. 1872, p. 233.

derartige Krümmung statt, dass die weiteren Zellen auf die concave Seite zu liegen kommen. Mit Hülfe des Polarisationsmikroskopes lassen sich nun folgende Thatsachen constatiren: Die schmäleren Zellen reagiren sämmtlich wie in der Längsrichtung gezogene Gelatinestreifen, während die weiteren Zellen im unteren Theile des Haares sowohl in der Profil- wie in der Flächenansicht Subtractionsfarben geben. Rücken wir jedoch das Haar unter dem Polarisationsmikroskop von der Ansatzstelle weiter nach der Spitze zu, so geht zuerst in der Profilansicht die Subtractionsfarbe in die Additionsfarbe über, erst weiter nach der Spitze zu verschwindet jedoch auch in der Flächenansicht die Subtractionsfarbe, um einer allerdings immer sehr niedrigen Additionsfarbe Platz zu machen. Wir haben also auch hier, wie bei *Geranium* eine ungleiche Contraction in der Längsrichtung der Zellen, und es geben hier ebenfalls die in der Längsrichtung sich stärker contrahirenden Zellen dieselbe Reaction wie comprimirtes Glas.

5. Epilobium parviflorum.

Die Samenhaare von *Epilobium* unterscheiden sich von den soeben betrachteten nur dadurch, dass sie anstatt aus zwei Zellreihen aus einer einzigen Zelle bestehen. Der Mechanismus ist sonst vollkommen derselbe; denn auch hier krümmt sich der untere Theil des Haares ganz bedeutend, so dass er mindestens eine ganze Kreiswindung im völlig ausgetrockneten Zustande beschreibt. Hier sind also die bezüglich ihrer Quellungsfähigkeit resp. Schrumpfung verschiedenen Theile auf die beiden Seiten ein und derselben Zelle vertheilt. Dasselbe ist nun auch mit den optischen Eigenschaften der Fall. Und zwar reagirt auch hier die bei dem durch Austrocknen gekrümmten Haare nach innen zu gebogene Seite, die also auch stärker quellungsfähig ist, wie in der Längsrichtung comprimirtes, die äussere wie expandirtes Glas, so dass diese Haare unter dem Polarisationsmikroskop vollkommen das Bild von einer gebogenen Glas-Capillare gewähren.

6. Asclepias Douglasii.

Die Haare der untersuchten *Asclepias* unterscheiden sich nur durch etwas bedeutendere Grösse von denen von *Epilobium* und stimmen auch in ihren hygroscopischen und optischen Eigenschaften mit denen von der genannten Species vollkommen überein.

7—9. Cirsium oleraceum. Cirsium acaule. Carlina vulgaris.

Die drei untersuchten Species verhalten sich bezüglich der hier zu besprechenden Punkte vollkommen gleich, so dass sie hier zusammen besprochen werden können.

Es findet sich bei allen Species am Grunde der einzelligen Fiederhaare, an der Stelle, wo sie von der Hauptfieder des Pappus abbiegen, eine hygroscopische Stelle, die bewirkt, dass sich die Fiederhaare beim Austrocknen senkrecht abbiegen. Man sieht nun leicht unter dem Polarisationsmikroskop dass diese Stelle dieselbe optische Reaction giebt, wie der unterste Theil der Samenhaare von *Epilobium.* Auch hier giebt der untere Theil des Fiederhaares auf der bei der Krümmung die concave Seite einnehmenden Wand die Reaction wie in der Längsrichtung comprimirtes Glas, während die concave Seite ebenso wie der ganze obere Theil der Fiederhaare die Reaction auf longitudinale Expansion giebt.

Das Gesagte lässt sich kurz in folgender Weise zusammenfassen: Die Untersuchungen an verschiedenen hygroscopischen Gebilden haben allgemein den Satz bestätigt, dass eine Zellmembran in derjenigen Richtung, in der sie die stärkste Schrumpfung resp. Quellung zeigt, comprimirt erscheint. Ob jedoch diese Compression wirklich in den genannten Gebilden vorhanden ist, oder ob die optische Reaction nicht durch ganz andere Umstände bewirkt wird, lasse ich unentschieden und bemerke nur noch, dass der constatirte Zusammenhang zwischen Quellungsfähigkeit und Doppelbrechung ebenso gut wie in molecularen Spannungen auch in der Gestalt und Lagerung der Micellen seine Ursachen haben kann.

Botan. Institut der königl. landwirthschaftl.
Hochschule in Berlin.

74. Oskar Kirchner: Zum Wachsthum decapitirter Wurzeln.

Eingegangen am 23. Dezember 1883.

Zu der Mittheilung von H. Molisch im 8. Heft der Ber. d. deutschen bot. Ges. (S. 362—366), welche den Zweck hat, die von mir[1]) angefochtene Ansicht Wiesner's (Bewegungsvermögen der Pflanzen. S. 101—105) aufrecht zu erhalten, dass nämlich ihres Vegetationspunktes beraubte Wurzeln weniger in die Länge wachsen, als intact gebliebene unter den gleichen Vegetationsbedingungen, möchte ich im Folgenden einige berichtigende Bemerkungen machen, die sich zunächst auf den

---

[1]) Ueber die Empfindlichkeit der Wurzelspitze für die Einwirkung der Schwerkraft. Stuttgart 1882. S. 15—23.

Punkt III der von Molisch am Schluss seines Aufsatzes zusammengefassten Resultate beziehen, im Zusammenhange damit aber auch den Punkt I zu alteriren geeignet sein dürften.

Der Widerspruch zwischen Wiesner und mir liegt nicht in der Deutung von Beobachtungen, sondern in den Beobachtungen selbst; es frägt sich also, ob unsere entsprechenden Versuche nach so verschiedenen Methoden vorgenommen wurden, dass daraus die Abweichungen sich erklären lassen. Dies nimmt Molisch an, indem er mir ausserdem den Vorwurf macht, dass meine Art der Versuchsanstellung fehlerhaft, meine Schlussfolgerung also unhaltbar sei. Seine Einwände sind folgende:

1. Die von mir angewandten Temperaturen sollen zu niedere gewesen sein.

Molisch giebt an, dass bei den früher von Wiesner mitgetheilten Versuchen (die zum grössten Theil von Molisch selbst ausgeführt worden sind) die Temperatur gewöhnlich 22° C., bei den meinigen in der Regel 14—19° C. betrug. Zugegeben, obwohl in dem Wiesnerschen Buche über den ersten Theil dieser Angabe nichts steht, und der zweite nicht ganz genau ist. Welche Folgen soll nun dieser Unterschied gehabt haben? Nach Molisch zeigten in seinen neuerdings mit etwa 400 Keimlingen angestellten Versuchen stets die geköpften Wurzeln, „mochten sie bei günstiger oder ungünstiger Temperatur cultivirt werden, ein geringeres Längenwachsthum als die intacten“, und dasselbe geht auch aus seinen Tabellen hervor; also hätte ich doch auch bei den vo mir angewendeten Temperaturen caeteris paribus diesen Unterschied finden müssen. Der Punkt 1 trägt demnach zur Aufklärung des vorhandenen Widerspruches gar nichts bei.

2. Ich soll bei der Decapitation in der Regel weniger als 1 *mm*, mitunter nur $\frac{1}{2}$ *mm* entfernt haben.

Die Beziehung zwischen der Länge des amputirten Wurzelendes und der Grösse des Zuwachses kannte ich sehr wohl, wie aus S. 28 und 29 meiner Arbeit erhellt[1]), und eben deshalb hielt ich es für nöthig, in jedem einzelnen Falle diese Länge genau anzugeben. Bei den von mir angeführten Versuchen mit Erbsenkeimlingen betrug die Länge des abgeschnittenen Stückes der Wurzelspitze im Mittel aus 22 Einzelfällen 0,84 *mm*, darunter 6 mal 1,0—1,2 *mm* und nur einmal[2]) 0,5 *mm*; bei den 10 Versuchen mit Keimlingen von *Vicia Faba* war das abgeschnittene Stück im Mittel 0,98 *mm*, 6 mal 1,0—1,1 *mm*, mindestens 0,7 *mm* lang. Molisch versichert, bei seinen neuen Versuchen jedesmal genau 1 *mm* abgeschnitten zu haben, was ich für sehr schwer ausführbar halte.

---

1) Wiesner hat nicht, wie Molisch (S. 363) angiebt, diese Relation nachgewiesen, sondern nur eine darauf bezügliche gelegentliche Bemerkung gemacht (Bew. Verm. S. 104).

2) nicht „mitunter“, wie zweimal gedruckt steht.

Aber sicherlich ist der thatsächliche Unterschied in unseren Manipulationen, die ich nur genauer beschrieben zu haben glaube, von keiner grossen Bedeutung; denn Molisch wird zugeben, dass die Länge der von mir amputirten Stücke gross genug war, um die Wurzeln ihres Vegetationspunktes zu berauben, und darum allein handelt es sich bei diesen Versuchen.

3. Ich soll die in Folge individueller Besonderheiten der Keimlinge auftretenden Fehler nur zum Theil ausgeschlossen haben, da ich bei mehreren meiner Versuche nur je 3 Wurzeln verglich.

In der That habe ich mehrere Versuche mit nur 3 Wurzelpaaren ausgeführt, insbesondere bei *Vicia Faba;* aber sehr fern hat es mir gelegen, was man aus den Worten von Molisch schliessen könnte, einen Schluss aus einem einzigen derartigen Versuche zu ziehen. Nur weil die Versuche mit verschiedenen Sätzen von Keimlingen angestellt wurden, habe ich sie in meiner Darstellung auseinander gehalten, hätte aber bei *Vicia Faba* (S. 21—23 meiner Arbeit) die von mir angeführten 3 Versuche mit je 4, 3 und 3 Keimlingspaaren getrost zu einer Tabelle von 10 Paaren zusammenziehen können, da in allen 3 Versuchen Alter und Behandlung der Keimlinge, Temperatur und Versuchsdauer völlig gleich waren. Ebenso steht es mit dem an 3 Keimlingspaaren von *Pisum* durchgeführten Versuch (S. 19 meiner Arbeit), er wird durch den darauf folgenden mit 6 Paaren ausgeführten hinreichend ergänzt. Bei der Uebereinstimmung der Resultate sämmtlicher Versuche und bei der Geringfügigkeit der Unterschiede in den Versuchsbedingungen kann man ohne irgend erheblichen Fehler die sämmtlichen von mir beschriebenen bezüglichen Versuche in 2 Reihen zusammenfassen, deren eine sich auf *Pisum* bezieht, mit 22 Keimlingspaaren angestellt wurde und in ca. 24 Stunden einen Zuwachs von durchschnittlich 13,92 *mm* für die gekappten, von durchschnittlich 12,96 *mm* für die intacten Wurzeln ergab. Bei den Versuchen mit 10 Keimlingspaaren von *Vicia Faba* betrug der Zuwachs bei den gekappten Wurzeln durchschnittlich 19,32 *mm*, bei den intacten durchschnittlich 20,56 *mm*.

Auch im einzelnen betrachtet, widerspricht nicht ein einziges Wurzelpaar dem von mir gezogenen Schlusse, dass kein nennenswerther Unterschied im Wachsthum der unversehrten und der gekappten Wurzeln zu finden sei. Wenn das Zufall wäre, dann müsste ich doch das Opfer einer merkwürdigen Schicksalstücke geworden sein! Ueberdies habe ich als Anhaltspunkt für die Beurtheilung der Individualität der Keimlinge jedesmal die Länge der Zone angegeben, die während des Versuches sich als streckungsfähig erwies, etwas was Molisch zu thun unterlassen hat.

Endlich darf ich mich wohl darauf berufen, dass das Resultat meiner Versuche in Uebereinstimmung steht mit demjenigen, welches Ciesielski, Sachs und Darwin erhielten; auch die Notiz von Krabbe im 5. Hefte der Deutschen Bot. Ges. (S. 229), von der Molisch meint, dass sie nicht im wesentlichen Wiesner's Ansicht widerspreche, constatirt diesen Widerspruch ganz ausdrücklich.

Sonach kann ich den von Molisch in dem Punkte III seiner Zusammenfassung ausgesprochenen Sätzen keinerlei Berechtigung zuerkennen, und muss demgemäss auch seiner als Punkt I aufgestellten Behauptung in dieser Allgemeinheit auf das bestimmteste widersprechen.

Nun wird sich das botanische Publikum, soweit es an der vorliegenden Streitfrage Antheil nimmt, sicherlich weit weniger für diesen meinen Widerspruch, als dafür interessiren, auf wessen Seite in der Sache das Recht ist, und um dieses Urtheil zu ermöglichen, glaube ich, lediglich mit Bezug auf bereits gedruckt vorliegende Daten, darauf aufmerksam machen zu dürfen, dass die von Molisch mitgetheilten Zahlenreihen durchaus nicht etwa eine pure Bestätigung der früher von Wiesner in Gemeinschaft mit ihm angestellten Versuche enthalten. Durch die verschiedenartige Berechnungsweise des Zuwachses innerhalb 24 Stunden wird diese Thatsache verdeckt, aber nicht unkenntlich gemacht. Wiesner drückt in seinem Buche den Zuwachs in Procenten der Anfangslänge der Wurzeln aus, Molisch aber, der die Anfangslängen überhaupt nicht angiebt (ebenso wenig wie das Alter seiner Versuchspflänzchen), in Procenten des streckungsfähigen Wurzelendes, dessen Länge er ziemlich summarisch zu 10 *mm* annimmt[1]). Rechnet man für *Zea Mays* und *Pisum sativum*, über die allein vergleichbare Angaben vorliegen, die Wiesner'schen Zahlen (Bew. Verm., S. 102f.) auf die Berechnungsweise von Molisch um, so ergiebt sich für den 24stündigen Zuwachs

	nach Molisch	nach Wiesner
bei *Zea Mays*		
a) geköpfte Wurzeln	204 pCt. bei 25° C.	94 pCt.
	179 „ „ 15 „	
b) intacte Wurzeln	306 „ „ 25 „	198 „
	230 „ „ 15 „	
bei *Pisum sativum*		
a) geköpfte Wurzeln	168 pCt. bei 25—27° C.	26,5 pCt.
	85 „ „ 15 „	
b) intacte Wurzeln	270 „ „ 25—27 „	114,5 „
	129 „ „ 15 „	

Hieraus ist zu ersehen: erstens, dass bei den früheren Versuchen von Wiesner resp. Molisch die intacten Wurzeln bei einer Temperatur von 22° C. einen geringeren Zuwachs aufwiesen, als in den neuen Versuchen von Molisch bei 15°; zweitens, dass bei den neuen

---

1) In den Tabellen von Molisch ist bei den fett gedruckten Mittelzahlen durchgängig das Komma zu streichen.

Versuchen von Molisch die decapitirten Wurzeln ein weit ausgiebigeres Wachsthum zeigten, als bei den früheren Versuchen von Wiesner resp. Molisch.

Lassen sich diese Widersprüche anders erklären, als dadurch, dass in den früheren Versuchen irgendwelche Behandlung der Keimlinge deren Wachsthum überhaupt, und zumal das der geköpften Wurzeln, in abnormer Weise hemmte? Und ist es sicher, dass bei den neuen Untersuchungen desselben Versuchsanstellers eine ähnliche Beeinträchtigung des Wachsthums der geköpften Wurzeln vermieden wurde? Sind diese Versuche von Molisch richtig, so müsste es mir bei den meinigen gelungen sein, das Wachsthum geköpfter Wurzeln den unversehrten gegenüber unter ganz gleichen äusseren Bedingungen abnorm zu fördern, und das ist unmöglich; sind meine Versuche richtig, so hat Molisch das Wachsthum der geköpften Wurzeln abnorm herabgesetzt, und das ist nicht unmöglich.

---

75. G. Schweinfurth: Neue Beiträge zur Flora des alten Aegyptens.

(Briefliche Mittheilung an Herrn P. Ascherson.)

Eingegangen am 28. Dezember 1883.

Mein letzter Besuch im Museum zu Bulaq hat mir wieder manches Neue eingetragen.

1. **Pinus Pinea** L. Zwei wohlerhaltene Zapfen finden sich, ohne Angabe des Fundortes, im Museum unter den Todtenspeisen. Nach MASPERO sind diese Zapfen auf Wandgemälden unter den „offrandes“ zu erkennen. Die Pflanzen im alten Aegypten. Sitzb. Wien. Akad. XXXVIII, Fig. 27—33, 36, 37? [Ueber der Geschichte der Pinie bei den älteren Griechen hat HEHN (Kulturpfl. und Hausthiere 3. Ausg. 255 ff.) nichts Bestimmtes ermittelt; es ist aber höchst wahrscheinlich, dass dieser Baum, dessen Heimath jedenfalls in den östlichen Mittelmeerländern zu suchen ist, auch schon im 2. Jahrtausend vor unserer Zeitrechnung, wie heute, mindestens angepflanzt in Syrien vorkam. Die von HEHN a. a. O. geäusserten Zweifel an dem häufigen Vorkommen der Piniensamen als Marktwaare im heutigen Griechenland werden durch die Angaben von v. HELDREICH (Nutzpfl. Griechenlands 13, 14) widerlegt. A.]

2. *Triticum vulgare* Vill. Weizenkörner, von einer sehr kleinen Art, dem heutigen Behera-Weizen ähnlich. Vgl. UNGER, a. a. O. p. 97. A. BRAUN, Ueber Pflanzenreste aus altägypt. Gräbern. Zeitschrift für

Ethnologie, Berlin IX 295, aber auch WITTMACK, Verhandl. bot. Vereins Brandenb. 1881, VI.

3. *Hordeum vulgare* L. Gerstenkörner. Vgl. UNGER a. a. O. 99 (*H. hexastichon*). A. BRAUN a. a. O.

4. *Cyperus esculentus* L. Einige wohlerhaltene Knöllchen (klein, rundoval) unter den Todtenspeisen von Dra Abu Negga, Theben (XII Dynastie). Vgl. BRAUN a a. O. 296.

5. *Hyphaene Thebaica* (L.) Mart. Dumpalmen-Früchte. Wie vorige. Vgl. UNGER a. a. O. 106 (*H. Cacifera*). A. BRAUN a. a. O. 297.

6. *Medemia Argun* P. W. v. Württ. Argunpalmen-Früchte, wie vorige. Vgl. UNGER a. a. O. 107. A. BRAUN a. a. O. (*Hyphaene Argun.*)

7. *Ficus Carica* L. Feigen. Vgl. UNGER a. a. O. 110. A. BRAUN a. a. O. 300.

8. *Ceruana pratensis* Forsk. Besen, wie der in British Museum. Vgl. ASCHERSON, Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde 1880, 69. Verhandl. bot. Verein Brand. 1880 XVIII.

9. *Olea europaea* L. An der schönen Mumie aus griechisch-römischer Epoche, die MASPERO 1882 in einem neueren Schachte des alten Grabes von NOFERT-SEKHERU (XVIII Dynastie) bei Schech Abu Gurna, Theben auffand, constatirte ich einen Stirnkranz von Oelbaum-Blättern, die Blattspitzen nach oben gestellt, während der ganze Körper, d. h. die äussere Mumienfläche die Cartons etc. von zahlreichen Gewinden von oben bis unten umhüllt ist, die ausschliesslich aus Blättern von *Mimusops Schimperi* Hochst. ohne weitere Anhängsel bestehn. Vgl. UNGER a. a. O. 111. A. BRAUN a. a. O. 298. ASCHERSON bei A. BRAUN a. a. O. 301, 302. PLEYTE, Nederl. Kruidk. Archief 2 Ser. 4 Deel, 1 Stuk. 1882, p. 43 sq.

10. *Mimusops Schimperi* Hochst. Steinkerne. Unter den Todtenspeisen von Dra Abu Negga, Theben (XII Dyn.) Vgl. UNGER a. a O. 113 (*Cordia crenata*) und 114 (*Diospyros Lotus*). A. BRAUN a. a. O. 301 (*Mimusops Kummel*).

11. **Sinapis arvensis** L. var. **Allionii** (Jacq.) Aschs. et Schwf.[1]). Unter den Leinkapseln von Dra Abu Negga lagen 7 Schoten von *Sinapis*, kurz und dick, gerade wie die der heutigen Varietäten *S. Allionii* Jacq. und *S. turgida* Del. Da diese letzten Formen an der Frucht nicht zu unterscheiden sind, heut aber in allen Leinfeldern Mittel-Egyptens der erstgenannte (mit zerschlitzten Blättern) vorwaltet, wogegen *S. turgida* mehr auf Getreidefeldern auftritt, so ist wohl die Vermuthung nicht unberechtigt, dass auch der Senf der Leinfelder der XII. Dynastie ebenfalls der var. *Allionii* angehörte.

---

1) Wir haben uns bereits im Januar und Februar 1880 an reichlich zu Gebot stehendem lebendem Material aus der Umgegend von Cairo überzeugt, dass *Sinapis Allionii* Jacq. nebst *S. turgida* Del. von *S. arvensis* L., mit der sie durch Uebergänge verbunden sind, nicht als Art getrennt werden kann. A.

12. *Balanites aegyptiaca* Del. Früchte unter den Todtenspeisen von Dra Abu Negga. Vgl. Unger a. a. O. 125. A. Braun a. a. O. 305.

13. **Linum humile** Mill. Von einem älteren Funde Mariette's (bezeugt von dem ebenfalls persönlich an demselben betheiligten E. Brugsch) aus Dra Abu Negga, Theben (XII. Dyn.) etwa eine reichliche Hand voll. Die Kapseln sind mit Stiel wohlerhalten, aussen wie neu und von den jetzigen nicht zu unterscheiden. Die ganz gebräunten und wie verseiften Kotyledonen verrathen aber das Alter. Die Kapseln messen in der Länge (incl. Spitze) 8 *mm*, in der Breite 6,75 *mm*. Die Samen sind 5 *mm* lang, an der Spitze verschmälert. Die Haare an der Innenseite der Scheidewände sind stark entwickelt und sehr lang, und diese Bekleidung von der kein Haar zu fehlen scheint, ist reichlicher als an der heutigen Pflanze. Vgl. über Flachs im alten Aegypten u. a. Unger a. a. O. 128 u. IV. 46 (*L. usitatissimum*). A. Braun a. a. O. 289—291. Der letztgenannte Forscher wurde durch die von O. Heer aufgeworfene Frage nach der Herkunft des Pfahlbauten-Leins überhaupt veranlasst, sich mit den botanischen Gräberfunden des alten Aegyptens zu beschäftigen.

14. *Punica Granatum* L. Granatäpfel. Klein, wie die heutigen vom Sinai. Vgl. Unger a. a. O. 130. A. Braun a. a. O. 307.

15. **Lens esculenta** Mnch. Unter den Opfergaben von Dra Abu Negga (XII. Dyn.) fand sich auch ein etwa faustgrosser Ballen Linsenbrei, dessen einzelne Bestandtheile gesäubert, gewaschen und mit feinem Schrot abgespült deutlich den einzelnen Samen zu erkennen geben, an Grösse und Gestalt von den heutigen nicht zu unterscheiden. Diese Linsen haben 4 *mm* im Durchmesser, und so kleine sind noch heute in Aegypten nicht ungewöhnlich. Vgl. Unger a. a. O. 132 (*Ervum Lens*).

Nachschrift.

Am 15. Oct. d. J. besuchte ich mit dem Herrn G. Schweinfurth das Museo civico in Mailand, in dessen kleiner botanischer Abtheilung sich einige altägygtische Gräber-Pflanzen, aus den Funden der letzten Jahre von Herrn Maspero an den verstorbenen Direktor der Sammlung, Cornalia, mitgetheilt, vorfinden. Unter diesen uns von Herrn Custos Prof. Sordelli mit grösster Freundlichkeit vorgewiesenen Gegenständen findet sich eine Blume, die Herr Schweinfurth sofort als die eines **Jasminum** erkannte. Eine nur wenige Tage später im Herbarium des Polytechnikums in Zürich mit gütiger Bewilligung des Herrn Custos Jäggi vorgenommene Durchsicht der Gattung ergab, dass diese Blüthe die grösste Aehnlichkeit mit dem noch heut in Aegypten allgemein cultivirten **J. Sambac** L. (arab. *full* oder *fell*) besitzt. Obwohl es sehr auffällig ist, dass Herrn Schweinfurth, durch dessen Hände doch der grösste Theil der neueren Gräberfunde von Pflanzen gegangen sein dürfte, dies Objekt nicht vorgekommen ist, so scheint es doch nicht unangemessen, die Aufmerksamkeit auch auf diese Art zu lenken.

A.

Protocoll

der

ersten General-Versammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft

am 17. September 1883

in

Freiburg in Baden.

Als Vorsitzender fungirt der Präsident der Gesellschaft, Herr Pringsheim, als Schriftführer die Herren Tschirch und Urban; als Scrutatoren die Herren Pfitzer und Vöchting.

Anwesend sind die Herren:

Andrée-Münder.
Ascherson-Berlin.
Focke-Bremen.
Goll-Boetzingen.
Haussknecht-Weimar.
Hesse-Marburg.
Holzner-Weihenstephan.
Just-Carlsruhe.
Kirchner-Hohenheim.
C. Kraus-Triesdorf.
Marsson-Greifswald.
Arthur Meyer-Strassburg.
Mülberger-Herrenalb.
Nöldeke-Celle.
Prantl-Aschaffenburg.
Pfitzer-Heidelberg.
Pringsheim-Berlin.
Reinke-Göttingen.
Ross-Berlin.
Schwendener-Berlin.
Tschirch-Berlin.
Uhlworm-Cassel.
Urban-Berlin.
Vöchting-Basel.
Waldner-Wasselnheim.

Als Gäste sind anwesend die Herren:

Hildebrand-Freiburg.
Schneyder.

Der Vorsitzende eröffnet die Versammlung um 10¼ Uhr mit einer warmen Begrüssung der Anwesenden und erstattet den Jahresbericht. Er konstatirt das erfreuliche Gedeihen der Gesellschaft, die nach dreivierteljährigem Bestehen bereits 288 Mitglieder zählt, hebt mit Befriedigung die lebhafte und allseitige Betheiligung an den wissenschaftlichen Aufgaben der Gesellschaft hervor, die sich schon in der kurzen Zeit ihres Bestehens in ihren Publicationen und in den Verhandlungen der Commissionen ausspricht, und dankt schliesslich der Geschäftsführung, insbesondere den Herren Schwendener, Frank und Tschirch, für ihre Mühewaltung, durch welche die rasche und regelmässige Veröffentlichung der Sitzungsberichte, ungeachtet ihres bedeutenden Umfanges und ihrer reichhaltigen Ausstattung, rechtzeitig ermöglicht worden ist.

Herr Schwendener verliest alsdann den von dem Schatzmeister Herrn Müller schriftlich erstatteten und von den Herren Eichler und Kny geprüften und richtig befundenen Rechnungsabschluss und Etat (Anlage I). Die Versammlung ertheilt dem Schatzmeister Decharge und genehmigt den pro 1884 aufgestellten Etat.

Alsdann gelangen die eingelaufenen, bereits gedruckt vorliegenden Anträge zur Berathung:

1. Antrag des Vorstandes auf Genehmigung des von demselben im Auftrage der constituirenden Versammlung entworfenen Reglements für die Geschäftsführung (S. 17 bis 22 der Berichte), nach welchem bisher verfahren worden ist.

Dieser Antrag wird einstimmig angenommen, das Reglement ist somit en bloc genehmigt.

Auf Antrag des Vorsitzenden wird hierauf beschlossen, über die folgenden vier Anträge, die aufeinander Bezug nehmen und sich theilweise gegenseitig ausschliessen, gemeinsam zu berathen.

Diese sind:

A. Antrag des Vorstandes, die Gesellschaft wolle beschliessen, weder eine Bibliothek, noch Sammlungen anzulegen.

B. Antrag der Herren Buchenau und v. Uechtritz: Die deutsche botanische Gesellschaft wolle ein Centralherbarium der deutschen Flora und eine dazu gehörige Bibliothek als Gesellschafts-Eigenthum anlegen.

C. Antrag des Herrn Ascherson, den nachfolgenden Statuten-Entwurf der Generalversammlung zur Genehmigung vorzulegen:

Statut

der Commission für die Flora von Deutschland.

1. Unter „Flora von Deutschland“ soll verstanden werden die Flora
   - a) des Deutschen Reiches,
   - b) der österreichischen Kronländer in dem Umfange, in welchem sie in Koch's Synopsis berücksichtigt sind,
   - c) der Schweiz,
   - d) des Grossherzogthums Luxemburg.
2. Die Commission besteht aus fünf Mitgliedern, von welchen mindestens eins in Berlin seinen Wohnsitz haben muss und welche jährlich in der Generalversammlung gewählt werden. Die Leitung der Geschäfte übernimmt ein von den Mitgliedern gewählter Obmann.
3. Der Commission treten eine grössere Anzahl (etwa 16—25) Mitarbeiter zur Seite, bei deren Auswahl auf thunlichste Vertretung der Einzelgebiete zu achten ist. Die Gesammtheit der Mitarbeiter, welche zunächst auf fünf Jahre von den in Freiburg zu wählenden fünf Mitgliedern („engere Commission“) cooptirt werden, mit Einschluss der engeren Commission, führt die Bezeichnung „Erweiterte Commission“.
4. Die Commission betrachtet es als ihre nächste Aufgabe, eine kritische Aufzählung der deutschen Flora mit Angabe der wichtigsten Fundorte, etwa nach Art von Nyman's „Conspectus Florae Europaeae“, herzustellen.
5. Als unerlässliche Vorarbeiten für diese Aufzählung sind in Angriff zu nehmen:
   - a) Ein Repertorium aller auf die deutsche Flora bezüglichen Schriften, in dreifacher Anordnung
     - α) nach den alphabetisch geordneten Namen der Schriftsteller,
     - β) nach den geographisch geordneten Gebieten,
     - γ) nach den systematisch geordneten Pflanzenarten.
   - b) Die Herausgabe eines Werkes, in welchem, nach Art von Neilreich's Nachträgen zu Maly's „Enumeratio Florae austriacae“, alle wichtigen Thatsachen, die nicht
     - α) in der 14. Auflage von Garcke's „Flora von Deutschland“ oder
     - β) in der zweiten Auflage von Willkomm's „Führer in's Reich der Pflanzen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz“ oder

γ) in der Ed. II von Koch's „Synopsis Florae Germanicae et Helveticae“ oder

δ) in Neilreich's oben citirten Nachträgen

aufgeführt sind, in systematischer Anordnung zu verzeichnen sind.

6. Die Mitglieder der erweiterten Commission übernehmen es, für die bezeichneten Aufgaben das auf ihr Gebiet bezügliche Material zu sammeln. Für die Anordnung und Redaction desselben durch geeignete Kräfte hat die engere Commission Sorge zu tragen.
7. Der Obmann der Commission ist der Gesellschaft für die Verwendung der aus Gesellschafts-Mitteln bewilligten Geldbeträge verantwortlich.

D. Antrag von A. Engler: Die deutsche botanische Gesellschaft wolle diejenigen Botaniker, welche es unternehmen, die deutschen Arten einer grösseren Familie kritisch zu bearbeiten, mit Geldmitteln zur Beschaffung von Studienmaterial, sowie auch anderweitig zu unterstützen, sobald nach dem Urtheil des Ausschusses von den betreffenden Botanikern eine wissenschaftliche Lösung ihrer Aufgabe zu erwarten ist.

In der Diskussion über diese Anträge erstattet Herr Ascherson zunächst Bericht über die Thätigkeit der Commission für die Flora von Deutschland, begründet seinen Antrag und schliesst sich der Ansicht des Vorstandes an, dass zunächst Mittel zur Gründung eines Centralherbars nicht vorhanden seien, spricht aber den Wunsch aus, dass ausdrücklich erklärt werden möge, dass dem Antrage Buchenau-Uechtritz, den derselbe nebst den ausführlichen Motiven verliest, später wenigstens entsprochen werde. Er bezeichnet es ferner als nothwendig, dass der Commission für die Flora von Deutschland ein österreichisches Mitglied beigegeben werde.

Für Ablehnung des Antrages Buchenau-Uechtritz sprechen sich alsdann die Herren Pringsheim, Nöldeke, Pfitzer, Reinke aus, welche jedoch alle mehr oder weniger die Frage nach der Nothwendigkeit der Gründung eines Centralherbars principiell bejahen.

Zu dem Antrage des Vorstandes (A) gehen während der Verhandlungen noch folgende Amendements ein:

1. Amendement Uechtritz-Ascherson-Nöldeke.

   Man wolle den Antrag des Vorstandes folgendermaassen fassen: „Die Gesellschaft legt vorläufig weder eine Bibliothek noch Sammlungen an“.

2. Amendement Holzner.

   Man wolle den Antrag folgendermaassen fassen: „Der Vorstand wird die Bestrebungen zur Beschaffung eines Centralherbariums der deutschen Flora und einer dazu gehörigen Bibliothek als Gesellschaftseigenthum unterstützen, sobald und soweit es die Mittel des Vereines ermöglichen“.

3. Ein von Herrn Andrée folgendermassen formulirter Antrag: „Der Vorstand wolle die deutsche Reichsregierung ersuchen, der Deutschen Botanischen Gesellschaft Mittel zu bewilligen, welche zur Errichtung eines Herbariums als Grundlage der von der Gesellschaft herauszugebenden Flora von Deutschland dienen sollen“.

Nach Schluss der Debatte, an welcher sich die Herren Pfitzer, Nöldeke, Reinke, Focke, Schwendener, Pringsheim, Ascherson betheiligten, wurde der Antrag des Vorstandes in der von Uechtritz-Ascherson-Nöldeke vorgeschlagenen Fassung (Amendement 1) mit grosser Majorität angenommen. Damit sind die Anträge Buchenau-Uechtritz (B) und Andrée, ferner der Antrag des Vorstandes in seiner ursprünglichen Fassung (A) und das Amendement Holzner abgelehnt.

Alsdann tritt die Versammlung in die Specialdebatte des Antrages Ascherson über das Statut der Commission für die Flora von Deutschland ein.

Herr Prantl stellt den Zusatzantrag:

> „Man möge im Antrage Ascherson Abschnitt 5a (des Statuts der Commission für die Flora von Deutschland) zwischen die Worte „„aller auf die deutsche Flora““ — und „„bezüglichen Schriften““ die Worte „„sowohl der Phanerogamen als der Kryptogamen““ einschieben.“

Nach kurzer Debatte wird der Antrag Ascherson mit dem Prantlschen Zusatze en bloc einstimmig angenommen.

Hierauf tritt die Versammlung in die Specialdebatte über den Antrag Engler.

Auf Antrag von Herrn Nöldeke wird derselbe zur Beschlussfassung in zwei Theile zerlegt:

1. „Soll die Gesellschaft monographische Bearbeitungen einzelner Genera unterstützen?“ — wird mit grosser Majorität bejaht.
2. „Wem soll die Begutachtung der Themata, sowie die Wahl der Bearbeiter zufallen?“

Nach einer lebhaften Discussion hierüber wird unter Ablehnung des Antrages Ascherson, dass dies der Commission für die Flora von Deutschland und des Antrages Engler, dass dies dem Ausschuss zufallen solle, auf Antrag von Herrn Pringsheim dahin entschieden, dass die Begutachtung und Wahl von Vorstand und Ausschuss vorzunehmen sei.

Der Antrag Engler (D) ist daher mit der auf Antrag Pringsheim vorgenommenen Aenderung angenommen.

Der fernere Antrag Ascherson „im Antrage Engler vor dem Worte „„Arten““ das Wort „„deutschen““ zu streichen“ wird abgelehnt.

Zum nächstjährigen Versammlungsort wird Magdeburg, der Ort der 57. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, als Zeit der Tag vor Beginn dieser Versammlung der 17. September 1884 gewählt.

Auf Antrag des Vorsitzenden beschliesst die Versammlung, die angekündigten Vorträge in der botanischen Sektion der Naturforscherversammlung zu halten, womit sich der anwesende Sektionsführer einverstanden erklärt.

Die Versammlung schreitet nunmehr, nachdem der Vorsitzende die Beschlussfähigkeit der Versammlung constatirt, zu dem Wahlgeschäfte. Als Scrutatoren fungiren die Herren Pfitzer und Vöchting.

Die in einem schriftlich eingebrachten, statutarisch motivirten Antrage zu Ehrenmitgliedern und correspondirenden Mitgliedern vorgeschlagenen ausländischen Botaniker werden sämmtlich mit grosser Majorität gewählt.

Hiernach sind erwählt als **Ehrenmitglieder** die Herren:

Agardh-Lund.
Bentham-London.
Boussingault-Paris.
Alph. de Candolle-Genf.
Hooker-London.
Tulasne-Hyères.

Als **correspondirende Mitglieder** die Herren:

I. Bayley Balfour-Glasgow.
Beccari-Florenz.
Caruel-Florenz.
Cienkowski-Charkow.
Crépin-Brüssel.
Delpino-Genua.
Famintzin-St. Petersburg.
Maximowicz-St. Petersburg.
Millardet-Bordeaux.
Schübeler-Christiania.
Suringar-Leiden
Treub-Buitenzorg, Java.
Warming-Stockholm.
Wittrock-Stockholm.
Woronin-St. Petersburg.

Es wird gleichzeitig beschlossen, die Diplome für die Ehren- und correspondirenden Mitglieder in der gleichen Weise wie die für die Mitglieder herstellen zu lassen.

Bei der nun folgenden Wahl des Präsidenten wird Herr Pringsheim (Berlin), bei der Wahl des Vicepräsidenten Herr Leitgeb (Graz) wiedergewählt.

Zu Ausschussmitgliedern werden dann folgende 15 Herren wiedergewählt:

Engler-Kiel,
Pfeffer-Tübingen,
Nöldeke-Celle,
Goeppert-Breslau,
Stahl-Jena,
Wiesner-Wien,
Graf Solms-Göttingen,
Strasburger-Bonn,
Pfitzer-Heidelberg,
Buchenau-Bremen,
Willkomm-Prag,
Cohn-Breslau,
Cramer-Zürich,
Drude-Dresden,
Reinke-Göttingen,

Diejenigen von den Gewählten, welche in der Versammlung anwesend sind, erklären sich zur Annahme der Wahl bereit.

In die Commission für die Flora von Deutschland wurden hierauf folgende 5 Herren gewählt:

Ascherson-Berlin,
Buchenau-Bremen,
v. Uechtritz-Breslau,
Freyn-Prag,
Haussknecht-Weimar.

Um 12½ Uhr schliesst alsdann der Vorsitzende die erste Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Der Präsident:

Pringsheim.

Die Schriftführer:

Tschirch. Urban.

Anlage I.

Rechnungsablage und Etat.

I. Rechnungsablage.

	Einnahme		Ausgabe	
	ℳ	Pf.	ℳ	Pf.
Beiträge-Conto.				
Von December 1882 bis 1. Juli 1883 zahlten ihre Beiträge:				
44 Berliner Ordentliche à 20,00 = 880 ℳ				
170 Auswärt. Ordentliche à 15,00 = 2550 „				
65 Ausserordentliche à 10,00 = 650 „	4080	—		
Diverse kleine Mehrbeträge	1	63		
Pro 1884 und 1885 voraus bezahlt	51	—		
	4132	63		
Berichte-Conto.				
Für die Hefte I—V, 14 Bogen und 6 Tafeln, wovon 2 doppelt, vorbehaltlich Schlussabrechnung			834	—
Drucksachen-Conto.				
Für Formulare, Einladungen, Gründung der Gesellschaft betreffend, Statuten-Entwurf, Statuten, Diplome			207	90
Für Drucksachen, Formulare, Couverts, Briefbogen, Streifbänder			93	35
			301	25
Kosten-Conto.				
Porti: Gründung betreffend 49,10 ℳ				
für Diplome 37,30 „				
für Quittungen und Correspondenz 51,31 „				
für Versendung von Heft Ia, I bis V der Berichte 148,86 „			286	57
Honorar für den Secretair I. Semester			300	—
Entschädigung der Instituts-Diener			7	—
Kalligr. Herstellung der Diplome			13	22
Geschäftsbücher etc.			21	45
Morren, correspond. botanique			5	—
			633	24
Zusammenstellung.				
Beiträge-Conto	4132	63		
Berichte-Conto			834	—
Drucksachen-Conto			301	25
Kosten-Conto			633	24
Baarvorrath am 1. Juli im Uebertrag			64	14
Depot auf der Kur- und Neumärk. Ritterschaftl. Darlehnskasse im Uebertrag			2300	—
	4132	63	4132	63

II. Etat.

Voranschlag pro 1884.	Einnahme ℳ	Einnahme Pf.	Ausgabe ℳ	Ausgabe Pf.
Einnahme für				
45 Berliner Ordentliche à 20,00 = 900 ℳ				
180 Auswärt. Ordentliche à 15,00 = 2700 „				
75 Ausserordentliche à 10,00 = 750 „	4350	—		
300 Exempl. der Berichte à 6 ℳ . . . 1800 ℳ				
für Ueberdruck, Holzschnitte u. Tafeln 600 „			2400	—
Porto für Versendung von 11 Heften à 30,00			330	—
Drucksachen			100	—
Porti			75	—
Honorar für den Sekretair			600	—
Pro Diverse			100	—
	4350	—	3605	—

Der Schatzmeister:

Otto Müller.

Mittheilungen.

1. A. Engler: Ueber die pelagischen Diatomaceen der Ostsee.

Ein Beitrag zur deutschen Flora.

Eingegangen am 20. August 1883.

So sehr auch die Ostsee im Vergleich mit anderen Meeren hinsichtlich des Reichthums an pflanzlichen und thierischen Organismen zurücksteht, so bietet dieselbe doch immer noch etwas Neues dar; in den letzten zwei Jahren richtete ich meine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die pelagischen Diatomaceen, welche zu gewissen Jahreszeiten oft in ausserordentlicher Menge die oberen Schichten des Wassers erfüllen und dann bei der Ernährung der Seethiere[1]) eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Da ich selbst mich mit dem Studium der Diatomaceen noch nicht lange genug beschäftigt habe, um für meine Bestimmungen rückhaltlose Anerkennung zu erwarten, so sandte ich die von mir gesammelten Materialien dem bewährten Diatomeenkenner, Herrn Grunow, der in neuerer Zeit durch seine hervorragende Betheiligung an dem von van Heurck herausgegebenen Diatomaceen-Atlas sich ein ganz besonderes Verdienst um die Kenntniss dieser Algen erworben hat.

Die pelagischen Diatomaceen wechseln in der Kieler Bucht, je nach der Jahreszeit. Ende März erscheint schon das Oberflächenwasser getrübt; dasselbe enthielt in geringer Menge *Biddulphia aurita* Bréb. und *Rhizosolenia setigera* var. *subtilissima* Grunow, sowie auch die noch nicht lange von Cleve beschriebene, arktische *Thalassiosira Nordenskiöldii*[2]). Ganz vereinzelt wurden gefunden: *Rhizosolenia alata* Brightw. var. *tenuis* Grun. und *Stictodiscus Rotula* var. *balticus* Grunow, von welcher Gattung bisher noch kein Vertreter an europäischen Küsten bekannt ist. Weitaus die grösste Menge Diatomeen, welche Ende März oder Anfang April, namentlich bei sonnigem Wetter die oberen Schichten des Wassers in der ganzen Kieler Bucht erfüllen, besteht aus Arten von *Chaetoceros*, jener eigenthümlichen mit *Melosira* und *Biddulphia* verwandten Gattung, bei welcher jedes Individuum den cylindrischen Theil der Zelle 5—20mal an Länge übertreffende Hörner oder Borsten besitzt, deren Inhalt mit dem des cylindrischen Mittelleibes communicirt.

---

[1]) Man hat diese pelagischen Diatomaceen nebst anderen in verschiedenen Seethieren, namentlich in Holothurien und Ascidien angetroffen.

[2]) Cleve: On Diatoms from the arctic sea. — Bihang till K. Sv Vet. Akad. Handl. Band 1, Nr. 13 (1873). — *Thalassiosira Nordenskiöldii* tritt nach Cleve in enorm grossen Massen auf der Oberfläche des Meeres schwimmend auf und färbt dasselbe oft meilenweit, sie wurde aber bis jetzt nur beobachtet an der Davisstrasse unter 61° 25′ bis 63° 30′ n. Br.

Auch diese *Chaetoceros* waren bisher von der Ostsee und dem atlantischen Ocean nur zum geringen Theil bekannt, dagegen sind schon recht viele Arten in den arktischen Meeren und im stillen Ocean, besonders bei Hongkong und Java gefunden worden. Als für die Kieler Bucht sichergestellt kann man folgende Arten ansehen:

1. *Ch. boreale* Bailey var. *baltica* Grun., ausgezeichnet durch schwächer bestachelte Hörner; diese Art ist eine der verbreitetsten, sie wurde auch von Schumann[1]) in der Ostsee bei Königsberg beobachtet, findet sich aber nicht wie auch die anderen hier erwähnten Diatomaceen in dem 1882 erschienenen Verzeichniss der Ostsee-Diatomeen von H. Juhlin-Dannfelt[2]) angegeben.

2. *Ch. paradoxum* Cleve var. *Lüdersii* Engl., sehr nahestehend der var. *subsecunda* Grun.[3]). Diese findet sich im April häufig mit Sporen, welche dem *Syndendrium Diadema* Ehrbg. ähnlich; aber doch nicht mit demselben identisch sind, da die mit den wiederholt dichotomischen Stacheln versehene Sporenhälfte halbkugelig und nicht verkehrt-schüsselförmig ist. *Ch. paradoxum* Cleve ist bisher von Java, die var. *subsecunda* von Japan bekannt.

3. *Ch. compressum* Lauder var. Selten; Herr Grunow fand in dem zugesandten Material Sporen, ich habe solche nicht gesehen. Die Art, von welcher unsere Pflanze eine Varietät sein soll, wurde bei Hongkong gefunden.

4. *Ch. Wighamii* Brightwell var. *intermedia* Grun., an den Endhörnern etwas stärker punktirt als die an der englischen Küste gefundene Pflanze.

5. *Ch. concretum* Grun. (*Ch.* [*decipiens* Cleve var.?] *concretum* Grun., Cleve et Möller Diat. Nr. 118). Bisher von den arktischen Küsten bekannt.

6. *Ch Grunowii* Engl. mit Sporen, die denen von *Ch. Wighamii* etwas ähnlich, aber doch erheblich verschieden sind. Sie sind linsen-

---

1) Schumann: Preussische Diatomeen, II. Nachtrag p. 60, Taf. I, Fig. 26. — Schriften der phys. ökon. Gesellsch. zu Königsberg 1867.

2) Juhlin-Dannfelt: On the diatoms of the baltic sea, with 4 plates. — Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Band 6, Nr. 21 (1882).

3) In van Heurck Synopsis Tab. LXXXII B. Fig. 6 abgebildet; aber in Folge eines Schreibfehlers als Varietät von *Ch. distans* Cleve bezeichnet.

förmig, mit sehr schmalem Mittelband, an der einen gewölbten Fläche mit grossen unverzweigten Borsten versehen, an der anderen glatt. Solche Sporen fanden sich auch ganz vereinzelt in der einen, der langen Hörner beraubten Schalenhälften, im Schlamm der Kieler Bucht während des Sommers.

Ausser den hier angeführten Arten von *Chaetoceros* kommen wahrscheinlich noch einige Arten in der Kieler Bucht vor, die aber noch nicht genügend sicher gestellt sind.

Von grossem Interesse sind die biologischen Verhältnisse dieser pelagischen Diatomaceen, die zum Theil noch weiterer Aufklärung bedürfen. Nur in den Monaten März und April und zwar bei ruhigem, sonnigen Wetter treten die *Chaetoceros* mit *Rhizosolenia* in grosser Menge auf, woraus sich auch erklärt, weshalb gerade diese auffallenden Formen in der Ostsee so wenig beobachtet wurden. Auffallend ist, dass bei Kiel gerade so wie bei Hongkong[1]) im Februar *Coscinodiscus*, in den beiden folgenden Monaten *Chaetoceros* nnd *Rhizosolenia* erscheinen. Es ist für mich ausser Zweifel, aber doch noch durch weitere Beobachtung zu beweisen, dass die Sporen, welche namentlich im April, also am Ende der pelagischen Existenz von *Chaetoceros* sich bilden, Ruhesporen sind, vermöge deren diese Pflanzen den grössten Theil des Jahres auf dem Grunde des Wassers existiren. Am Anfang der Vegetationsperiode findet man sehr häufig wenigzellige Colonien, deren beide Endindividuen an ihren freien Schalenhälften die stets etwas kräftigeren und auch durch ihre Membranstructur von den Hörnern der mittleren Individuen und ebenso den Hörnern der der Mitte der Colonie zugekehrten Schalenhälften verschiedene Hörner (auch Borsten genannt) besitzen. Es sind also die beiden Endindividuen ungleichseitig, die mittleren Individuen, welche man später entstehen sieht[2]), anfangs ungleichseitig, nach dem Auswachsen der Hörner aber gleichseitig. Nun sind die Sporen immer ungleichseitig, stets ist die eine Seite mit stärkeren Borsten oder Stacheln versehen, die andere entweder kahl oder nur mit schwachen Borsten ausgerüstet. Stets finden wir die Sporen einer Colonie so orientirt, dass immer die in gleicher Weise ausgebildeten Hälften einander zugekehrt sind; es ist mir wahrscheinlich, dass dann später je zwei Nachbarsporen zusammen einer neuen Colonie die Entstehung geben. So viel ist sicher, dass diese Sporen etwas Anderes sind, als die Auxosporen.

---

[1]) Vergl. Lauder, H. Sc.: Remarks on the marine Diatomaceae found at Hongkong. — Transactions of the microscop. soc. of London XII. (1864) p 75.

[2]) Die Theilung geht ähnlich, wie bei anderen Diatomaceen vor sich, die Hörner sind Anfangs nur angedeutet und durchbrechen dann die Membran der Mutterzelle, um dann rasch heranzuwachsen; stets liegt das eine Horn des neugebildeten Individuums a' unter dem anstossenden des Individuums a'', das zweite Horn von a' aber über dem zweiten von a'', so dass auf diese Weise die Individuen mit einander in Verbindung bleiben, auch wenn die Membran der Mutterzelle durchbrochen ist. Bei *Ch. concretum* Grun. verwachsen die Hörner am Grunde auf eine kleine Strecke hin.

Wenn die *Chaetoceros* verschwunden sind, dann finden wir im Kieler Hafen in ausserordentlicher Menge *Sceletonema costatum* (Grev.) Grun. und zwar wird dasselbe bis in den Herbst hinein schwimmend angetroffen; Sporenbildung habe ich bei dieser in der Grösse ihrer Zellen ausserordentlich variirenden Art noch nicht gesehen. Diese aus der Ostsee schon bekannte, aber auch bei Japan und im Guano vorkommende Art wird von Juhlin-Dannfelt ebenfalls nicht erwähnt. Ende Mai dieses Jahres sammelte auch der Assistent des botanischen Instituts, Herr Dittmann im Kieler Botshafen *Atheia decora* var. *minutissima* Grun., welche im Verein mit *Nitzschia Closterium* Sm. das Wasser ganz braun färbte. Diese Pflanze war bisher Herrn Grunow nur von Triest bekannt. Es ist auffallend, dass im westlichen Theil der Ostsee eine ganze Anzahl der Diatomaceen auftreten, welche bisher nur aus nördlichen Meeren bekannt waren, neben solchen, welche in südlichen Meeren beobachtet wurden.

Für arktische galten bisher folgende von mir gesammelte Arten: *Thalassiosira Nordenskiöldii* Cleve, *Chaetoceros concretum* Grun., *Rhizosolenia setigera* var. *subtilissima* Grun., *Rhoicosigma arcticum* Cleve (auf Steinen von Fehmarn zwischen Florideen). Auch *Dicladia Mitra* Bailey, die von Möller in der Kieler Bucht gesammelt wurde, ist eine arktische Art.

Ausser den bereits oben genannten Arten finde ich noch folgende in der Ostsee aufgefundene Diatomaceen nicht im Verzeichniss von Juhlin-Dannfelt: *Amphora Proteus, A. acutiuscula* Kg., *Schizonema crucigerum* Smith, *Sch. Grevillei* Ag., *Navicula aspera*, *N. complanata*, *Pleurosigma delicatulum*, *Berkeleya Dillwynii* (Ag.) Grun., *Striatella unipunctata* Ag., *Rhabdonema adriaticum* Kg., *Stephanodiscus exilis* Grun., *Melosira granulata* (Ehrb.) Ralfs var. *baltica* Grun.

2. J. Schmalhausen: Vaccinium macrocarpum Ait., ein neuer Bürger der Flora Deutschlands.

Eingegangen am 17. September 1883.

Die Flora Deutschlands gilt mit Recht als musterhaft erforscht. Dessenungeachtet giebt es in Deutschland noch Flecken, welche, von Gymnasien und Hochschulen etwas entfernt, nur selten von Naturforschern besucht werden und bis jetzt in floristischer Hinsicht ungenügend durchsucht sind. Zu solchen Gegenden gehört die Umgegend des „Steinhuder Meeres“ und Rehburgs, über deren Flora Fr. Buchenau[1]) einige Artikel veröffentlicht hat. Diese Gegend birgt gewiss noch manche daselbst noch nicht gefundene Art. Ich will z. B. nur *Scirpus Tabernaemontani* und *Sc. setaceus* für das Seeufer nennen, welche von mir gefunden, aber unter den von Buchenau aufgezählten Pflanzen nicht zu finden sind; ferner *Aphanes arvensis*, welche daselbst auf Ackerland gemein ist. Am meisten war ich jedoch überrascht längs einem Torfwege an der südlichen Seite des Sees zwischen Hagenburg und Winzlar, wo in nächster Nähe auch *Scheuchzeria palustris* und *Malaxis paludosa* wachsen, das *Vaccinium macrocarpum* Ait. anzutreffen. Es wächst und fruchtet hier reichlich in einer Gegend wo an die Pflanze betreffende Culturversuche nicht gedacht werden kann.

An anderen Stellen fand ich dasselbe *Vaccinium* weniger reichlich und nicht so schön fruchttragend.

Aus glaubwürdiger Quelle kann ich hinzufügen, dass die Früchte dieses *Vaccinium* in jener Gegend bereits vor 15 Jahren, als *V. macrocarpum* noch keine Culturpflanze war, zum Einmachen gesammelt wurden. —

---

1) Abhandlungen herausgegeben vom naturwissenschaftl. Vereine zu Bremen. 5. Bd, 1. Heft, p. 139; 3. Heft, p 481.

3. J. Reinke: Der Einfluss des Sonnenlichts auf die Gasblasenausscheidung von Elodea canadensis.

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 17. September 1883.

Die Frage nach der Function des Chlorophylls führte mich zu einer Reihe von Untersuchungen über die unter verschiedenen Bedingungen der Lichtwirkung stattfindende Gasausscheidung von *Elodea.*

Es ergab sich zunächst, in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen von Wolkoff, dass gemischtes weisses Licht, dessen Intensität erheblich geringer ist, als volles Sonnenlicht, im Allgemeinen eine der Lichtstärke proportionale Zahl von Gasblasen in der Zeiteinheit entbindet. Diese Proportionalität hört aber auf bei Anwendung eines Lichtes, dessen Stärke derjenigen des Sonnenlichts nahe kommt; jede weitere Erhöhung der Lichtstärke hat keine Steigerung der Gasausscheidung zur Folge, aber auch keine Verminderung. Selbst wenn man das Sonnenlicht auf mehr als das Hundertfache concentrirt, scheidet ein *Elodea*-Spross die gleiche Zahl von Gasblasen aus, als im einfachen Sonnenlicht.

Die Lebhaftigkeit der Gasausscheidung ist aber nicht nur eine Function der Intensität des Lichtes sondern auch der Schwingungszahl seiner einzelnen Strahlen. Nur bei Anwendung einer Beleuchtungsintensität, deren Wirkung hinreichend unterhalb der maximalen liegt, lässt sich die viel ventilirte Frage entscheiden, in welchem Verhältniss die Strahlen der weniger brechbaren Hälfte des Spectrums die Gasblasenausscheidung bedingen.

Um aber ein wirklich brauchbares Ergebniss in Bezug auf die Wirksamkeit der einzelnen Bestandtheile des Spectrums zu gewinnen, war es nöthig, eine andere Methode in Anwendung zu bringen, als bisher geschehen ist. Es galt insbesondere, die in der Dispersion durch das Prisma gegebene Fehlerquelle zu vermeiden, ferner bei reinem Spectrum eine hinreichende Lichtstärke der einzelnen Farben zu erzielen. Dies geschah dadurch, dass einem vom Heliostat in das Dunkelzimmer entsandten horizontalen Lichtbündel diejenigen Strahlen durch Absorption entzogen wurden, deren Wirkung in den einzelnen Versuchen auszuschliessen war; bei der von mir angewandten Methode war einerseits die Absorption eine totale, andererseits erfuhr das durchgelassene Licht nicht die geringste Schwächung und ich hatte es vollständig in der Gewalt, jede beliebige Combination von Wellenlängen des weissen Lichtes auszulöschen.

Mein Verfahren bestand darin, dass ich ein reines Sonnenspectrum auf der Oberfläche einer grossen, mehr als 30 *cm* im Durchmesser haltenden Convexlinse entwarf, die den Strahlenfächer zu einer kleinen weissen Bildfläche vereinigte, welcher der *Elodea*-Spross (von etwa 10 *mm* Länge) unter möglichst günstiger Bestrahlung seiner Blattflächen exponirt wurde. Dicht vor der Linse, dem Prisma zugekehrt, befand sich auf einer horizontalen Leiste eine Angström'sche Scala der Wellenlängen, welche genau auf die Frauenhofer'schen Linien des Spectrums eingestellt wurde, und jetzt war es möglich, durch längs der Scala verschiebbare Schirme aus Holz die auszuschliessenden Strahlen des Spectrums aufzufangen, bevor sie auf die Linse fielen und diese passirten. So gelang es, das Pflänzchen, dessen Stellung hierbei nicht wechselte, nach einander mit rothem, gelbem, grünem u. s. w. Licht von bekannter Wellenlänge zu beleuchten und dessen Wirkung zu beobachten. Auch konnten durch vorgesetzte schmälere Holzstreifen einzelne Bestandtheile des Spectrums, z. B. die rothen Strahlen zwischen B und C, entfernt werden, während alle übrigen combinirt auf das Versuchsobject einwirkten.

Als Hauptergebniss zahlreicher und vielfach variirter Versuche mag hervorgehoben sein, dass die von Draper angegebene, von Pfeffer anscheinend bestätigte Curve der Strahlenwirkung unbedingt unrichtig ist, während im Einklang mit den theoretischen Erwägungen von Lommel sowie den Versuchen N. I. C. Müller's, Timiriazeff's, Engelmann's es sich als zweifellos herausstellte, dass die Lichtwirkung ihr Maximum im Roth zwischen den Fraunhofer'schen Linien B und C erreicht — ungefähr bei der Wellenlänge $\lambda = 680$ — um von da rasch gegen das ultrarothe, langsamer gegen das violette Ende des Spectrums abzufallen.

Es entspricht das Maximum der Lichtwirkung dem als erster Absorptionsstreifen des Chlorophyllspectrums bekannten Absorptionsmaximum eines lebenden Blattes.

Die ausführliche Mittheilung der Versuche wird in der botanischen Zeitung erfolgen.

4. A. Tschirch: Die Reindarstellung des Chlorophyllfarbstoffes. (IV.)

Eingegangen am 17. September 1883.

Die bisher angewendeten Methoden den grünen Farbstoff der Blätter, das Chlorophyll, rein darzustellen, führten, wie die spektroskopische Prüfung der erhaltenen Produkte lehrt, nicht zum Ziele.

So liefert Behandlung des Chlorophyllextractes mit concentrirter Salzsäure zwar eine schön blaugrüne, der Chlorophylltinctur freilich in der Farbe entfernt ähnliche Lösung, der gebildete Körper, das Phyllocyanin Fremy's, ist jedoch sicher ein Zersetzungsprodukt des Farbstoffes. Auch der durch Fällung der Phyllocyaninlösung mittelst Marmor (Mulder) oder durch Zusatz grosser Mengen Wassers (Berzelius, Pfaundler, Harting) zu erhaltende Körper, — die Phyllocyaninsäure Fremy's, das reine Chlorophyll des Berzelius, Mulder, Pfaundler —, ist trotz seines, dem Chlorophyll ähnlichen Spectrums (— es besitzt ein Spectrum, welches dem des Chlorophyllans gleicht —) bestimmt von diesem verschieden, was sowohl aus seinem chemischen als auch seinem physikalischen Verhalten (Farbe, Spectrum) zur Evidenz hervorgeht. Aber auch die früher von Kromeyer und Chautard und neuerdings von Hansen vorgeschlagene Verseifung der Chlorophyllextracte mittelst Kalilauge führt bestimmt und sicher zu Zersetzungsprodukten, da die spektroskopische Prüfung der Lösungen jener bei der Verseifung entstehenden Körper — ich halte dieselben, wie ich schon in einer früheren Mittheilung (diese Berichte Heft 3 und 4) darlegte, für chlorophyllinsaure Salze — mit aller Bestimmtheit auf eine Zersetzung hinweist: Streifen I ist gespalten, Streifen I—IV stark abgeblasst, alle Streifen gegen blau verschoben. Die durch Verseifung zu erhaltenden Körper sind zwar auch von derselben prächtig smaragdgrünen Farbe wie das Chlorophyll, besitzen die gleiche dunkelblutrothe Fluorescenz und werden durch Säuren gelb etc., die spektroskopische Prüfung der in den verschiedenen Reaktionen aus ihnen entstehenden Körper zeigt jedoch zur Evidenz, dass wir es bestimmt mit Zersetzungsprodukten des reinen Chlorophyllfarbstoffes zu thun haben und nicht, wie Hansen anzunehmen geneigt scheint, mit dem reinen Farbstoffe selbst. Ein nahezu reines Produkt erhält man durch Fällen einer Kyanophylllösung G. Kraus (Chlorophyll Wiesner) mittelst völlig neutraler Salzlösungen, nachdem zuvor das Benzin abgedunstet und der Rückstand mit Alcohol aufgenommen worden ist. Löst man die auf diese Weise erhaltenen dunkelsmaragdgrünen Flocken in Alcohol auf, so erhält man eine relativ beständige Lösung, deren spektroskopisches Verhalten völlig dem frisch dargestellter Chlorophylllösungen gleicht. Ich bin jedoch auf Grund neuerer vergleichend spektroskopischer Untersuchungen geneigt anzunehmen, dass auch dieses gefällte Chlorophyll ebenso wie das frisch aus den Blättern mit Alcohol ausgezogene, schon eine Veränderung in der Weise erlitten hat, dass die ersten Anfänge der Chlorophyllanbildung — also einer Oxydation — bereits deutlich sichtbar geworden sind. Zu dieser Auffassung hat mich eine Vergleichung des Spektrums lebender Blätter mit dem des so dargestellten oder frisch ausgezogenen Chlorophylls geführt. Das Spectrum des lebenden Blattes zeigt zwar die Bänder I—IV in derselben Lage, wie wir sie auch bei den Lösungen beobachten, allein die relative Intensität der Streifen ist eine durchaus andere. Die Helligkeitsskala der Bänder ist nämlich beim lebenden Blatte, wenn wir vom dunkelsten beginnen: I, II, III, IV; bei der Lösung dagegen ist sie — wie Pringsheim bereits richtig angab — I, II, IV, III. Verstärkung des Bandes IV und Abblassen von III sind aber, neben dem Auftreten von Streifen IVb, die hauptsächlichen Merkmale, die das Chlorophyllan vom Chlorophyll des lebenden Blattes (und dies allein kann man doch Reinchlorophyll nennen) unterscheiden. Es ist daher wohl anzunehmen, dass die Oxydation des Chlorophylls schon während der Behandlung der Blätter mit Alcohol anhebt, um schliesslich mit der völligen Ueberführung in Chlorophyllan, die sich durch Gelb- resp. Braunfärben der Lösung manifestirt, abzuschliessen.

Ich glaubte daher nach einem grünen Körper suchen zu müssen, dessen spektroskopisches Verhalten, sowohl was Lage als Intensität der Streifen betrifft, völlig mit dem des unveränderten Farbstoffes der lebenden Blätter übereinstimmt. Einen solchen habe ich durch Reduktion des leicht in Crystallen, also frei von fremden Beimengungen zu erhaltenden Chlorophyllans (Hoppe Seyler) mit Zinkstaub im Wasserbade erhalten. Bei dieser Behandlungsweise wird die dunkelbraune Lösung in kurzer Zeit dunkelsmaragdgrün. Der auf diese Weise dargestellte Körper war jedoch bisher noch nicht crystallisirt zu erhalten. Seine alkoholische Lösung ist beständiger als Chlorophylltinctur, giebt aber mit Säuren und Alcalien behandelt Produkte, welche spektroskopisch völlig denen gleichen, welche man bei den gleichen Operationen aus Kyanophyll (G. Kraus) erhält: er wird durch Säuren in Chlorophyllan übergeführt, durch Alkalien in γ-Xanthophyll und chlorophyllinsaure Alkalien gespalten. Die Lösung fluorescirt stark. Das Spectrum derselben ist, abgesehen von der beim Blatte zu beobachtenden gleichsinnigen Verschiebung aller Streifen gegen

Roth und dem den begleitenden gelben Farbstoffen angehörenden Streifen zwischen b und F, was Lage und Intensität der Streifen betrifft, völlig mit dem Spectrum frischer grüner Blätter, nicht mit dem der Chlorophylltinctur, identisch. Die Verschiebung der Streifen gegen Roth bei dem lebenden Blatte kann man auf den Einfluss des Lösungsmittels des Chlorophylls im Korn zurückführen und, wie ich das auch gethan habe, daraus nach dem Kundtschen Gesetz auf das Vorhandensein eines Körpers von hohem Brechungsvermögen im Korn neben dem Chlorophyll schliessen — allein ich habe neuerdings eine Erscheinung, die mit einigen gelegentlichen Beobachtungen von G. Kraus, Hagenbach und Lommel gut übereinstimmt, beobachtet, welche auch eine andere Erklärung als zulässig erscheinen lässt. Prüft man nämlich die öligenTropfen des reducirten Chlorophylls nach Verjagung des Lösungsmittels spektroskopisch, so erscheinen auch bei diesen die Streifen gegen Roth ein wenig verschoben. Es ist somit nicht ausgeschlossen — mit eingehenderen Untersuchungen bin ich noch beschäftigt —, dass auch der Aggregatzustand des Chlorophylls auf die absolute Lage der Bänder einigen Einfluss übt, wennschon er die relative Lage der Streifen zu einander natürlich nicht zu beeinflussen vermag.

Als wesentlichste Uebereinstimmungsmerkmale des natürlichen Chlorophylls und des reducirten betrachte ich die äusserst geringe Intensität des Streifens IV und die relativ sehr erhebliche Breite und Dunkelheit von III, sowie überhaupt die allgemeine Coincidenz der beiden Helligkeitsskalen der Bänder in der weniger brechbaren Spektrumshälfte.

Im Folgenden stelle ich die drei Spektren des Chlorophylls frischer Blätter, der alcoholischen Lösung meines aus Chlorophyllan dargestellten Reinchlorophylls und der Chlorophylltinctur neben einander.

Band	I	II	III	IV	Endabsorption von
2 Camelliablätter λ =	700—650	630—610	600—570	550—540	520 bis Ende 1)
3 „ λ =	705 — 570			550—540	520 bis Ende

Streifen IV erscheint sehr matt, Streifen III bisweilen in zwei gespalten, es liegen alsdann

Band IIIa bei $\lambda = 600—590$
Band IIIb bei $\lambda = 585—570$

getrennt sind beide durch einen schwachen hellen Streifen. In dickeren Schichten verschwimmen Band I—III zu einem Bande, auch dann ist

---

1) Die Angaben sind nach der Angström'schen Scala in Millionstel Millimetern Wellenlänge gemacht. Bei den Untersuchungen dicker Blattschichten wurde (mit Hilfe eines Doubletts) concentrirtes Sonnenlicht verwendet, dessen dunkle Wärmestrahlen mittelst dreier Zellen mit Alaunlösung weggenommen wurden.

Band IV noch äusserst matt. In sehr dünnen Schichten erscheint Band V zwischen *b* und *F* (vergl. G. Kraus, Chlorophyllfarbstoffe, Taf. I). Dasselbe gehört den begleitenden gelben Farbstoffen an, nicht dem Chlorophyll. Band VI der Chlorophylltinctur, ebenfalls nur den, in Alcohol schwerer löslichen, gelben Farbstoffen angehörend, ist im Blattspektrum durch die übergreifende Endabsorption des Chlorophylls zu stark verdeckt, als dass es bei der geringen Helligkeit das Blau noch gesehen werden könnte.

Reinchlorophyll aus Chlorophyllan	Band I	II	III	IV	Endabsorption von
mittlere Schichtendicke $\lambda =$	680—630	620—595	583—557	540—525	500 bis Ende
dicke Schicht $\lambda =$	685 — 555			540—520	510 bis Ende

Streifen IV ist sehr matt und wird auch bei Erhöhung der Schichtendicke nicht viel dunkler, selbst dann nicht, wenn schon Band I—III zu einem dunklen Bande zusammengeflossen sind. In der bei dicken Schichten bei $\lambda = 510$ beginnenden Endabsorption sind, ebensowenig wie bei der Chlorophyllanlösung, Bänder zu unterscheiden, bei Verminderung der Schicht weicht die Endabsorption allmählich gegen Blau zurück.

Chlorophylltinctur	Band I	II	III	IV	Endabsorption von
mittlere Schichtendicke $\lambda =$	680—635	620—600	585—565	550—530	515 bis Ende
dicke Schicht $\lambda =$	680 — 550			550—530	550 bis Ende1)

Die Intensitätsskala der Bänder ist vom Dunkelsten beginnend:

Bei natürlichem Chlorophyll	I II III IV
Bei aus Chlorophyllan reducirten Reinchlorophyll	I II III IV
Bei Chlorophylltinctur	I II IV III

Das Spectrum sehr schnell ohne Erwärmung aus säurearmen Blättern von Wasserpflanzen hergestellter Chlorophylllösung steht zwischen dem des Reinchlorophylls und dem der Chlorophylltinctur, doch ist auch hier Band IV meist schon relativ dunkel.

Schliesslich gebe ich noch im Folgenden einen kleinen vorläufigen Beitrag zur Synonymik einiger Körper der Chlorophyllgruppe:

Chlorophyll (Pelletier u. der Autoren) = Rohchlorophyll (Wiesner).
Kyanophyll + Xanthophyll (G. Kraus).
Kyanophyll (G. Kraus) = Chlorophyll (Wiesner).
Blaues Chlorophyll (Sorby).
Chlorophyllan (Hoppe Seyler) = modificirtes Chlorophyll (Stokes).
Acidoxanthin (C. Kraus).

---

1) Vgl. hierzu die Darstellungen von Hagenbach, Pringsheim, G. Kraus, Reinke, Sachsse u. and. Die Streifen im blauen Ende habe ich weggelassen.

Säurechlorophyll der Autoren (ex part.)
Filhols Niederschlag.
Kristallisirtes Chlorophyll Gautier's und Rogalski's.
Reines Chlorophyll Jodin's.
α-Hypochlorin (Hypochlorin Pringsheim's).
Gelbes Chlorophyll (Sorby).
? Chlorophyllcrystalle Borodin's.
Farbstoff, welcher die natürliche Verfärbung einiger immergrüner Gewächse bedingt (Haberlandt, G. Kraus, Askenasy).
Farbstoff, welcher die Missfärbung stark sauerer Blätter beim Verdunkeln bedingt (Frank).

Phylloxanthin (Fremy (?), Tschirch) = Xanthophyll (Berzelius) ex part.
? Chlorophyllsäure Liebermanns.
Xanthin (C. Kraus)

Phylloxanthein (Weiss) = Phyllocyaninsaures Alkali (Tschirch).
Etiolin (Fremy).

Phyllocyaninsäure (Fremy[1]) = ? Chlorophyllansäure (Hoppe-Seyler)
Reines Chlorophyll (Mulder, Berzelius, Pfaundler, Harting).

Chlorophyllinsaures Kali (Tschirch) = Chlorinkali (C. Kraus).

α-Xanthophyll[2]) = Xanthophyll (G. Kraus). Normaler Begleiter des Chlorophylls.

β-Xanthophyll = Gelber Farbstoff der herbstlich gefärbten Blätter (vielleicht identisch mit α)
Xanthophyll (Pringsheim).

γ-Xanthophyll = Durch Kalilauge aus Kyanophyll abgespaltener, in Aether löslicher, gelber Farbstoff.
Xanthin (Dippel).
Xanthin (C. Kraus) ex part.

δ-Xanthophyll = Fremy's durch $Ba(OH)_2$ aus Kyanophyll abgespaltenes Phylloxanthin.

ε-Xanthophyll = der in der Sachsse'schen Reaktion (Behandeln der Kyanophylllösung mit Natrium) in Benzin gelöst bleibender gelber Farbstoff (vielleicht identisch mit γ).

---

[1] Ich brauche das Wort Phyllocyaninsäure nur für den durch Fällen der Phyllocyaninlösung mit Wasser oder Marmor oder beim Eindampfen derselben entstehenden Körper. Derselbe ist mit den Körpern mit denen ihn Fremy identifizirt nicht identisch.

[2] Die Xanthophylle sind untereinander vielleicht identisch, bis zur definitiven Feststellung unterscheide ich sie einstweilen durch die griechischen Buchstaben.

Xanthophyll (G. Kraus) = Etiolin (G. Kraus).
Xanthophyll (Sorby) ex parte.
Erythrophyll (Bougarel) = ? Chrysophyll Hartsen.
Borodin's gelbe Crystalle.
ζ-Xanthophyll (Tschirch).
Anthoxanthin (Marquardt und Pringsheim) = Xanthophyll (G. Kraus) ex parte.
Xanthin und Xanthein (Fremy und Cloëz)
Gelbe Blumenfarbstoffe.

Eine ausführliche Begründung des im Obigen dargelegten wird eine demnächst erscheinende umfangreichere Publication bringen.

Pflanzenphysiolog. Institut der landwirthschaftl.
Hochschule in Berlin.

5. F. Hildebrand: Ueber Blattrichtung und Blatttheilung bei Planera Richardi.

Eingegangen am 1. October 1883.

Planera Richardi bildet in Bezug auf die Richtung drei Arten von Zweigen aus, nämlich aufrechte, — diese die selteneren — horizontal abstehende und ganz zum Erdboden überhängende, so dass diese Pflanze ein interessantes Demonstrationsobject für die Abhängigkeit der Blattstellung und Drehung von der Richtung der Achsen abgiebt. An den aufrechten Zweigen sind die Blätter rings um den Stengel angeordnet eine Regelmässigkeit in ihren Entfernungen von einander und in ihren Stellungen am Stengelumfang ist schwierig herauszufinden. Ihre dunkelgrüne Oberseite ist dem Himmel, die helle mit Spaltöffnungen versehene Unterseite dem Erdboden zugekehrt. An den horizontal abstehenden Zweigen sind die Blätter zweizeilig gestellt, durch Drehung ihrer Stiele liegen ihre Spreiten alle in einer Fläche mit der dunkelgrünen Seite nach oben, der hellgrünen nach unten gekehrt. Solche Verhältnisse kommen ja aber in Menge auch anderweitig vor; interessant sind jedoch hier namentlich die hängenden Zweige: an diesen sind die Blätter wieder rings um den Stengel vertheilt, wie bei den aufrechten Zweigen; ihre Stiele haben aber eine Drehung um 2 Rechte gemacht, so dass nun ihre durch die

Umkehrung des Zweiges nach unten gerichtete Blattoberseite wieder dem Himmel zugekehrt liegt. Es wurde das Experiment gemacht, solche Zweige welche schon überhingen und die Umwendung der Blätter zeigten in aufrechter Richtung fortwachsen zu lassen, worauf natürlich eine Umwendung der neu gebildeten Blätter nicht stattfand.

Weiter wurden an dem im Freiburger botanischen Garten kultivirten Exemplare von *Planera Richardi* die verschiedensten Grade der Blatttheilung mehrere Jahre hinter einander beobachtet, von den ganz einfachen bis zu zwei vollständig von einander getrennten, je mit einer Achselknospe versehenen. Die erste Stufe ist die, wo die Spitze des eiförmigen Blattes sich in zwei theilt, wobei entweder der Mittelnerv an seinem Ende gespalten erscheint oder einer der Seitennerven im Wachsthum dem Mittelnerv gleichkommt. Ein weiterer Grad ist der, wo die Spreite bis zu ihrer Basis vollständig in 2 Spreiten gespalten ist, von denen jede ungefähr die Grösse eines normalen Blattes hat; zu beiden Seiten gehört aber noch ein gemeinsamer Stiel. Nun kommt die Stufe, wo auch dieser Stiel in zwei getrennt ist, aber zu beiden Stielen gehört nur eine zwischen beiden befindliche Achselknospe. Weiter zeigt nun diese Achselknospe an ihrer Spitze den Beginn der Zweitheilung, und an diesen Fall schliesst sich dann derjenige, wo in der Achsel eines jeden der beiden Blattstiele eine vollkommene Knospe sitzt. In den meisten dieser letzteren Fälle befinden sich die beiden Blattstiele nebst ihren Achselknospen auf gleicher Höhe, es kommen aber auch bisweilen solche Fälle vor, wo das eine Blatt an dem Stengel etwas tiefer herabgerückt ist und den Eindruck macht, als ob es ganz unabhängig von dem anderen sich gebildet hätte, und zu diesem in keiner Beziehung stehe. Durch diesen Umstand erscheint die an sich schon wenig regelmässige Blattstellung noch um so unregelmässiger.

Die beiden kleinen lanzettlichen hinfälligen Nebenblätter sind bei den einzeln stehenden Blättern rechts und links von der Basis des Blattstieles dem Stengel angewachsen; bei den Zwillingsblättern sind oft 4 Nebenblätter vorhanden, doch kommt es auch vor, dass zwischen den beiden Blattstielen sich nur 1 Nebenblatt befindet also an beiden Blättern zusammen nur drei.

6. F. Hildebrand: Ueber die Verbreitungseinrichtung an Brutknospen von Gonatanthus sarmentosus, Remusatia vivipara und an Früchten von Pupalia atropurpurea.

Eingegangen am 1. October 1883.

Man ist gewöhnt, die Verbreitungseinrichtungen, bei denen der Wind oder die Thiere in Wirksamkeit treten, an den Samen oder Früchten der Pflanzen zu finden, um so interessanter dürften daher solche Fälle sein, wo diese Einrichtungen sich an Brutknospen also ungeschlechtlich erzeugten Fortpflanzungskörpern finden. Der eine dieser Fälle zeigt sich bei *Gonatanthus sarmentosus.* Diese Aroidee treibt nach der Ruheperiode einen endständigen Blattschopf und an der Basis von diesem zahlreiche sich mehr oder weniger stark verzweigende Ausläufer, welche theils in den Boden sich einbohren und dort an ihrer Spitze stark anschwellen, theils rings über den Rand des Topfes, in welchem die Pflanze kultivirt wird, hinüberhangen. In ihrer Heimath wohnt diese Pflanze wahrscheinlich auf und an Bäumen, so dass von diesen herab ihre Ausläufer weit hinunterhängen können und leicht vom Winde hin- und herbewegt werden. An diesen Ausläufern bilden sich nun an ganz unregelmässig weit von einander entfernten Stellen zu zwei und mehreren bei einander stehende Brutknöllchen aus. Dieselben erreichen die Grösse eines mässigen Stecknadelknopfes und bestehen aus einem fleischigen Achsentheil, an welchem einige Schuppenblätter befestigt sind. Von diesen letzteren gehen die oberen an ihrem Gipfel in eine haarfeine lange Spitze aus, und diese Fäden stehen derartig von der Spitze des Brutknöllchens ab, dass der ganze Körper einer mit haarigem Pappus versehenen Compositenfrucht sehr ähnlich sieht. Die haarartigen Enden der Schuppenblättchen sind an ihrer Spitze abgestumpft, manchmal ein wenig umgebogen; in ihrer Mitte werden sie von einem aus dünnwandigen Elementen zusammengesetzten Gefässbündel durchzogen, dann folgen nach aussen etwa 2 Schichten langgestreckter, dünnwandiger, chlorphyllhaltiger Zellen, überzogen von der Oberhaut, welche hier und da einige Spaltöffnungen besitzt. Es ist also dieser haarartige Anhang eine fein ausgezogene Blattspitze; anfangs aus saftreichen Zellen bestehend trocknet dieselbe bei der Reife der Brutknöllchen ab, wird dadurch leichter und daher mehr geeignet als Flugmaschine zu dienen, wenn nach dem Ausreifen der Knöllchen sich diese vom Winde erfasst an ihrer Basis loslösen.

Eine ganz ähnliche Verbreitungseinrichtung schienen auf den ersten Blick die Brutknöllchen von *Remusatia vivipara* zu haben, doch lehrte vor kurzem der Zufall, dass hier die Verbreitungseinrichtung nicht auf den Wind, sondern auf Pelzthiere berechnet ist. Beim Vorbeistreifen an dieser Pflanze blieben nämlich die Brutknöllchen massenhaft an dem nicht zu rauhen Wollenzeuge des Rockes haften. Bei näherer Untersuchung ergiebt sich denn auch, dass hier ganz ausgezeichnete Einrichtungen für genannte Zwecke angetroffen werden, die um so interessanter in ihren Abweichungen von denen des *Gonatanthus sarmentosus* sind, als jene Pflanzen sonst mit einander in naher Verwandschaft stehen. Beim ersten Anblick fällt es auf, dass die über die Erde tretenden Ausläufer der gleichfalls wie bei *Gonatanthus sarmentosus* mit einem Blattbüschel endigenden Knolle von *Remusatia vivipara* nicht hängen, sondern starr aufrecht wachsen, also schwer oder garnicht vom Winde hin und her bewegt werden können; es hängt dies mit der Abänderung der Brutknöllchen zusammen. Dort, wo diese Ausläufer sich noch in der Erde befinden, sind sie stark bewurzelt; über der Erde treiben sie Seitenzweige, welche an Länge von unten nach oben abnehmen. An diesen Seitenzweigen und an dem weiter nach oben gelegenen unverzweigten Theil der Ausläuferachse sitzen nun in unregelmässigen Entfernungen von einander Haufen von dichtgedrängten Brutknöllchen, manchmal über 20 in einem Haufen beisammen. Diese Brutknöllchen sind länglich eiförmig, sie bestehen aus einer fleischigen Achse, an welcher über 10 Blättchen ansitzen, deren Basis breit und membranös ist, während ihre abstehende feine aber nicht sehr lange Spitze in eine hakige Verlängerung ausgeht. Alle diese Haken sind nun nach aussen umgekrümmt, so dass ein vorbeistreifender Körper leicht gegen ihre Spitze stösst, und bewirkt wird, dass die ganzen Brutkörper von ihrer Basis losgerissen und fortgeführt werden. Wie schon angedeutet haften dieselben sehr leicht an Wollenzeug und lassen sich von diesem nicht durch einfaches Reiben wieder ablösen.

Endlich sei hier noch der Verbreitungseinrichtung Erwähnung gethan, welche sich an den Früchten von *Pupalia atropurpurea*, einer Amarantacee findet. Zur Reifezeit der Samen lösen sich von der Fruchtstandachse kuglige Knäuel ab, welche zum grössten Theil aus einem Gewirre von Haken bestehen, zwischen denen 1–3 Früchtchen mit je einem schwarzen glänzenden Samen eingebettet liegen. Durch die Haken haften diese kugligen Knäuel leicht an vorbeistreifenden rauhen Körpern an und werden so durch letztere fortgeführt und verbreitet. Die Entwickelung dieser hakigen Knäuel ist nun folgende:

a
b^2 b^2
d d
b_1 c_1 c c_1 b_1
d d
b_2 b_2
b

In der vorstehenden Bezeichnung bedeutet a die Hauptachse, b die Stützblätter, c die Blüthen, d die Hakenbüschel: an der Achse a steht das Stützblatt b, in der Achsel dieses die Blüthe c; an der Basis dieser befinden sich die weiteren Stützblätter b_1 und in der Achsel eines jeden von diesen die Blüthen c_1; am Stiel dieser folgen dann weiter je 2 Stützblätter b_2 und in der Achsel dieser je 1, also im ganzen 4 Hakenbüschel, d. Zur Blüthezeit sind die einzelnen Haken fast bis zu ihrer Basis von einander isolirt und dienen durch ihre leuchtend rothe Farbe bei der Unansehnlichkeit der Blüthen als Anlockungsmittel für die Bestäuber. Später nach der Befruchtung der Blüthen bildet sich jedes Hakenbüschel in 4 durch kurze Stiele von einander entfernte Gruppen von etwa 14 Haken um, und gegen die Samenreife hin zeigt sich, dass die endständige Hakengruppe jedes Büschels sich noch einmal in zwei Gruppen getheilt hat, so dass also 20 Hakengruppen einen wesentlichen Theil des abfallenden kugligen Fruchtkörpers bilden. Nach ihrer Stellung im Blüthenstande könnte man diese 4 Haufen von Hakengruppen als metamorphosirte Blüthen oder Blüthenstände ansehen, so dass hier die Verbreitungseinrichtung durch eigenthümliche Veränderungen hervorgebracht ist. An den beobachteten Pflanzen waren die 3 Blüthen eines jeden Knäuels alle vollkommen ausgebildet, es trugen aber meist nur die 2 seitlichen Frucht, die mittlere nicht oder nur selten, während es in der Gattungsdiagnose von De Candolle (Prodromus XIII 2, p. 331) heisst: Flos intermedius fertilis, laterales steriles; dann heisst es weiter von diesen zwei Seitenblüthen: in aristas uncinatas mutati. Jedenfalls geschah solche Umwandlung nicht an den beobachteten Exemplaren, wo diese zwei Seitenblüthen meist gute Früchte trugen und erst in den Achseln der an ihrer Basis befindlichen 2 Stützblätter die Hakenbüschel sich zeigten.

7. F. Hildebrand: Ueber einige merkwürdige Färbungen von Pflanzentheilen.

Eingegangen am 1. October 1883.

Während die Wurzeln der meisten Pflanzen in ihrer Jugend farblos sind und dann meistens bei längerer Dauer sich bräunen, so zeigen die ins Wasser hineinhängenden Wurzeln von *Pontederia crassipes* oft eine sehr hervortretende dunkel violet-blaue Färbung, und zwar sind hier sowohl die Wurzelhauben, als die von diesen freien Theile der Wurzeln gefärbt. Es rührt dies nicht, wie man nach den Verhältnissen in den Blüthenblättern erwarten sollte, von einer Färbung des Zellsaftes her, sondern von der Färbung der Zellmembranen, wie solches auch schon von den Wurzelhaaren der *Fossombronia pusilla* bekannt ist.

Ausser den Wurzeln sind an der *Pontederia crassipes* auch sehr oft die Unterseiten der schwimmenden Blätter in gleicher Weise wie jene gefärbt. Diese Unterseiten sind abweichend von denen der meisten Schwimmblätter mit Spaltöffnungen versehen und die Schliesszellen dieser zeigen gerade wie die umgebenden Epidermiszellen dieselbe blaue Färbung ihrer Membran, ganz abweichend von den Schliesszellen anderer durch Saft gefärbter Oberhäute; aber auf diesen, z. B. bei verschiedenen Marantaceen, Aroideen, Acanthaceen, sind nur die Epidermiszellen mit einem gefärbten Saft erfüllt, der Saft der Schliesszellen, auch wohl der Nebenzellen ist hingegen farblos. Es rührt dies Verhältniss der gleichmässigen Färbung an den mit Spaltöffnungen versehenen Unterseiten der *Pontederia*-Blätter offenbar daher; dass hier die Membranen der Zellen den Farbstoff enthalten, wodurch es kaum möglich erscheint, dass die Grenzmembran zwischen den Schliesszellen und den Epidermiszellen zur Hälfte gefärbt, zur Hälfte farblos sein sollte.

Der biologische Werth dieser blauen Färbung ist vielleicht der, dass durch letztere sowohl die Wurzeln als die Unterseite der Blätter den im Wasser lebenden Thieren weniger sichtbar werden und so von ihnen verschont bleiben. An jungen *Pontederia*-Pflanzen findet man bei der Cultur sehr oft die jungen noch farblosen Wurzeln stark von Thieren beschädigt.

Schwieriger einzusehen ist der Nutzen, welchen die brennend rothe Farbe der Wurzeln von *Wachendorfia thyrsiflora* haben mag. Wenn man diese Pflanze eine Zeit lang im Topfe cultivirt hat, so findet man am Boden desselben eine dichte Lage dicker Wurzelenden deren brennend rothe Farbe durch eine entsprechend gefärbte flüssige Substanz, im Innern der Zellen befindlich, hervorgebracht wird. Diese Färbung bildet sich unter vollständigem Abschluss des Lichtes aus. Man könnte meinen, dass dieselbe an einen den Thieren unangenehmen Stoff gebunden sei und daher ein Abschreckungsmittel andeute, doch ist zu bedenken, dass ja die Wurzeln ganz im Dunkeln diese Farbe entwickeln, so dass letztere von den in der Erde hausenden Thieren absolut nicht gesehen werden kann.

Eigenthümlich ist endlich die hochrothe Färbung der Früchte von *Rivina humilis*, dadurch hervorgebracht, dass hier, ähnlich wie bei den Hochblättern von *Euphorbia fulgens*, Zellen übereinander liegen, welche einen verschieden gefärbten Saft enthalten. Die Zellen der äusseren Schicht haben gebuchtete Ränder und enthalten, ebenso auch die in der Umgebung der Gefässbündel liegenden langgestreckten Zellen, einen leuchtend blau-rothen bis violetten Zellsaft, während der Saft der darunter liegenden Zellschichten gelblich-roth und noch tiefer hinein orange ist. Dieses gelbliche Roth und Orange scheint durch das violette Roth hindurch und bewirkt so den Eindruck des brennenden Roth. Durch Schnitte von verschiedener Dicke kann man leicht die verschieden gefärbten Zellschichten isolirt unter dem Mikroskop betrachten, namentlich giebt aber ein Querschnitt durch die fleischige Fruchtwand den besten Aufschluss.

Noch stärker tritt der Gegensatz von zwei Farben in einer von Fritz Müller aus Brasilien gesandten *Rivina*-Art hervor, wo die äussere Zellschicht des Fruchtfleisches violetten Saft enthält und an diese sich ohne Uebergang Zellschichten mit orange Saft anschliessen.

Bei dieser Gelegenheit sei noch auf den Fruchtbau von *Rivina* aufmerksam gemacht, der in den Diagnosen dieser Gattung unrichtig dargestellt wird. Die reife Frucht ist für ihre Grösse verhältnissmässig sehr leicht, was daher kommt, dass zwischen einer dünnen Fleischschicht und einem braunen linsenförmigen Kern, welcher eine sammetartige Oberfläche hat, ein ziemlich grosser leerer Raum liegt. Der braune Kern ist nun nicht der Same allein, sondern dieser ist umgeben von einem Theil der Fruchtknotenwand. Diese Wand hat sich folgendermassen ausgebildet: eine oder mehrere innere Zellschichten sind erhärtet und liegen dem Samen eng an, während die Zellen einer folgenden Schicht sich radial stark gestreckt haben und dabei nach der Peripherie hin, manchmal auch nach dem Centrum der Frucht zu, Verzweigungen der verschiedensten Art zeigen. Ihre Streckung hält aber nicht Schritt mit der Ausdehnung der nun auf sie nach aussen folgenden parenchymatischen Fleischschicht, so dass bald ein Zeitpunkt eintritt, wo ihre an die Fleischschicht grenzenden Enden von dieser abreissen, worauf dieselbe sich noch weiter und weiter ausdehnt, und so ein Hohlraum zwischen ihr und dem Kern eintritt. Die scheinbaren Haare auf diesem

Kern sind also in Wirklichkeit keine Haare, denn es gehört doch wohl zum Begriff dieser, dass dieselben von Anfang an eine freie Spitze besitzen; im vorliegenden Falle kann man noch deutlich erkennen, wie diese scheinbaren Spitzen früher mit dem Fruchtfleisch in Verbindung gewesen sind.

8. A. Meyer: Ueber das Suberin des Korkes von Quercus Suber.

Eingegangen am 16. October 1883.

Herr Kügler hat vor Kurzem eine grössere Arbeit über den Kork von *Quercus Suber* vollendet, die er im Laboratorium des pharmaceutischen Institutes zu Strassburg ausführte. Ich möchte mir erlauben, hier über das wichtigste Resultat dieser Untersuchungen eine kurze Mittheilung zu machen, da die betreffende Abhandlung in einer den meisten Botanikern schwer zugänglichen Zeitschrift veröffentlicht werden soll.

Durch Höhnel ist bekanntlich in einer sehr guten, in de Bary's Laboratorium ausgeführten Arbeit gezeigt worden, dass sich alle verkorkten Zellen durch eine scharf begrenzte Schicht ihrer Wandung auszeichnen, welche Höhnel Suberinlamelle nannte. Diese Lamelle enthält neben Cellulose einen Körper, welcher eigenthümliche mikrochemische Reactionen aufweist, das Suberin Höhnel's, über dessen chemische Zusammensetzung bisher nichts Positives bekannt war. Kügler's Arbeit hat uns nun über die chemische Natur des Suberin ziemliche Klarheit verschafft.

Die mikrochemischen Reactionen des Suberin liessen von vorne herein vermuthen, dass diese Substanz den Fetten nahe stehe; es wurde deshalb zuerst der Versuch gemacht, sie durch Lösungsmittel der Fette zu extrahiren. Es wurde vorzüglich siedendes Chloroform angewandt. Die Lösungsmittel extrahirten aber allein das Cerin vollständig, einen schön crystallisirenden Körper, der mit der Verkorkung nichts zu thun hat und nur in geringer Menge vorhanden ist, während sie unter allen Umständen nur 25 pCt. des im Korke enthaltenen Suberin auszogen. Die Soberinmoleküle waren also wahrscheinlich von den Cellulosemolekülen so umhüllt und festgehalten, dass eine völlige Lösung des die Verkorkung bewirkenden Körpers nur erreichbar erschien, wenn derselbe durch das Extractionsmittel zugleich zersetzt wurde. Die Trennung des Suberin von der Cellulose gelang in der That leicht und vollständig bei Behandlung des durch Chloroform und Weingeist sorgfältig ausgezogenen Korkes mit weingeistiger Kalilauge.

Bei genauer Untersuchung der erhaltenen Verseifungsprodukte stellte sich heraus, dass Suberin ein Fett ist, welches hauptsächlich aus Stearin, $(C^{18}H^{35}O^{2})^{3}C^{3}H^{5}$, und dem Glycerinester einer neuen Säure, der Phellonsäure, $C^{20}H^{42}O^{3}$ (Schmelzpunkt + 96° C.) besteht. Es wurden 40 pCt. des Gemisches der Stearinsäure und Phellonsäure und 2,5 pCt. Glycerin aus dem Korke erhalten.

Das Suberin des Korkes schliesst sich also damit an die Talgarten an und steht z. B. dem Japantalge sehr nahe, welcher ausser Palmitin noch den Ester eine höher schmelzenden Säure (+ 95° C.) enthält. Dieser Talg wird in das Innere der Parenchymzellen der Carpiden von *Rhus succedanea* durch das Protoplasma abgesondert, und man kann beobachten, dass während diese Ausscheidung vor sich geht, zugleich eine Verkorkung der betreffenden Zellmembranen eintritt. Ich hatte, gestützt auf mikrochemische Reactionen, schon in der kurzen Publication dieser, an *Rhus toxicodendron* gemachten Beobachtung (Archiv der Pharmacie 1879, 12. Bd., S. 514.) ausgesprochen, dass die Substanz, welche die Verkorkung dieser Membranen bewirkt und diejenige, welche vom Protoplasma in die Zelle hinein ausgeschieden wird, wahrscheinlich identisch seien. Durch Kügler's Resultate hat letztere Annahme, welche bis zu einem gewissen Grade für den Gang der Kügler'schen Untersuchung des Korkes massgebend war, eine bedeutende Stütze erhalten, so dass ich noch auf ein anderes Verhältniss aufmerksam machen möchte, welches einer Untersuchung werth ist. Wie de Bary zeigte, lassen sich aus der Cuticula verschiedener Pflanzen durch Anwendung von heissem Wasser wachsartige Massen ausschmelzen. Es mögen vielleicht auch diese Körper identisch mit den Cutinen sein und nur den Ueberschuss derselben repräsentiren, welcher nicht molekular festgehalten wird. Aehnliches ist für das Verhältniss zwischen den Wachsüberzügen der Epidermen und den Substanzen zu vermuthen, welche der Cuticula ihre charakteristischen Eigenschaften ertheilen. Um über die Natur des Cuticula ins Klare zu kommen, wäre übrigens eine Untersuchung vorzüglich nöthig, nämlich die über den Cellulosegehalt der Cuticula. Diese Frage ist jetzt, nach Kügler's Vorarbeiten, leichter zu entscheiden als früher. Man braucht nur die Cuticula mit einer Lösung von Aetzkali in absolutem Alcohol zu kochen und dann den Rückstand durch Chlorzinkjod oder durch Inversion und Zuckerbestimmung auf Cellulose zu prüfen.

Mitgliederliste.

Ehren-Mitglieder.

Agardh, J. G., emer. Professor der Botanik, Mitglied der königl. Academie der Wissenschaften in Stockholm, in Lund (Schweden).

Bentham, G., Mitglied der Royal Society in London, SW. 25 Wilton-place.

Boussingault, M., Mitglied des Institut de France, in Liebfrauenberg, Wörth a. d. Sauer, Elsass.

de Candolle, Alphonse, Mitglied des Institut de France, in Genf, Cour St. Pierre 3 und au Vallon.

Hooker, Sir **Jos. Dalton**, Mitglied der Royal Society, Direktor des königl. botan. Gartens in Kew b. London.

Tulasne, L. R., Mitglied des Institut de France, in Hyères. (Var).

Correspondirende Mitglieder.

Balfour, J. Bayley, Professor der Botanik an der Universität in Glasgow, 11 Hillhead Gardens.

Beccari, Odoardo, vordem Direktor des Botanischen Gartens und botan. Museums in Florenz, Borgo Tegolaja 48 und Radda di Chianti.

Caruel, T., Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens und botanischen Museums in Florenz.

Cienkowski, Dr. **L.**, Professor der Botanik an der Universität in Charkow.

Crépin, Fr., Direktor des botanischen Gartens, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Brüssel, rue de l'Esplanade 8.

Delpino, F., Professor der Botanik an der Universität, Direktor des botanischen Gartens in Genua.

Famintzin, A., Professor der Botanik, Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg.

Maximowicz, C. J. von, Erster Custos am Herbarium und kaiserlich botanischen Garten, Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg.

Millardet, A., Professor an der Faculté des sciences in Bordeaux, rue Bertrand de Goth 128.

Schübeler, Dr. **F. C.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in Christiania.

Suringar, Dr. **W. F. R.**, Professor der Botanik, Direktor des botanischen Gartens und des Staats-Herbariums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in Leiden.

Treub, Dr. **M.**, Direktor des botanischen Gartens und der landwirthschaftlichen Akademie in Buitenzorg (Java).

Warming, Dr. **Eug.**, Professor der Botanik in Stockholm.

Wittrock, Dr. **V. B.**, Professor der Botanik, Direktor des botan. Museums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in Stockholm.

Woronin, Dr. **M.**, Professor in St. Petersburg, Kleine italienische Strasse 6.

Mitglieder.*)

Ambronn, Dr. **H.**, Dozent an der Universität und Assistent am botan. Institut in Leipzig, Botanischer Garten.

Andrée, Ad., Apother in Münder am Deister.

Areschoug, Dr. **F. W. C.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in Lund (Schweden), Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in Stockholm, in Lund.

Arndt, C., Oberlehrer am Realgymnasium in Bützow i. Mecklenburg.

Artzt, A., Königl. sächsischer Vermessungs-Ingenieur in Plauen i. Voigtlande.

Ascherson, Dr. **P.**, Professor der Botanik an der Universität und zweiter Custos am königl. botan. Museum in Berlin SW., Körnerstr. 8.

Askenasy, Dr. **Eugen**, Professor der Botanik an der Universität in Heidelberg, Bergheimerstr. 18.

***Athenstaedt**, Dr. **W.**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Göttingen.

Bachmann, Dr. **E.**, Realschul-Oberlehrer in Plauen i. Voigtlande, Jägerstrasse 10.

***Bachmann**, Dr. **Fr.** in Berlin SW., Gneisenaustr. 100.

Bäumler, J. A. in Pressburg, Dürrmanthorgasse 26.

***Ballowitz, Emil**, cand. med. in Greifswald, Anclamerstr. 64a.

Barnewitz, Realgymnasiallehrer in Brandenburg a. Havel.

Bartke, R., Cand. phil. in Spandau, Markt 4.

de Bary, Dr. **A.**, Professor der Botanik, Direktor des botan. Institutes und botan. Gartens der Universität, Redakteur der botan. Zeitung in Strassburg i. Els.

Beckmann, Apotheker in Bassum (Bremen).

Behrens, Dr. **W. J.**, Redacteur des botan. Centralblattes in Göttingen.

Beinling, Dr. **E.** in Karlsruhe i. Baden.

Benecke, Dr. **F.** in Hottingen bei Zürich, Florstr. 13.

Berthold, Dr. **G.** in Göttingen.

de Bey, Dr. in Aachen.

***Beyer, R.**, Realgymnasiallehrer in Berlin S., Luisenufer 1a.

***Beyse**, Dr. **G.**, Realgymnasiallehrer in Wandsbek.

---

*) Die ausserordentlichen Mitglieder sind mit einem * bezeichnet.

Boeckeler in Varel i. Oldenburg.

Boehm, Dr. **Jos.**, Professor an der Universität und an der Hochschule für Bodenkultur in Wien, Josephstadt, Anitergasse 17.

Bornemann, Dr. **J. G.** in Eisenach.

***Bouché**, **J.**, Königl. Garten-Inspektor in Poppelsdorf b. Bonn.

Brandes, Apotheker in Hannover.

Braungart, Dr. **R.**, Professor der Bodenkunde, Pflanzenproduktionslehre, Geräthe und Maschienenkunde an der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan, Freising i. Bayern.

Brehmer, Dr. **W.** in Lübeck.

Buchenau, Dr. **F.**, Professor, Direktor der Realschule in Bremen.

Büsgen, Dr. **M.** in Weilburg a. d. Lahn.

Burgerstein, Dr. **A.** in Wien IX., Hörlgasse 15.

***Busch**, **A.**, Lehrer in Lieberose.

Buser, **R.** in Aarau, Graben 217.

Caspary, Dr. **Rob.**, Professor der Botanik, Direktor der botan. Gartens in Königsberg i. Pr.

Cohn, Dr. **Ferd.**, Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität, Redakteur der Beiträge zur Biologie der Pflanzen in Breslau.

Conwentz, Dr., Direktor des Westpreussischen Provinzial-Museums in Danzig.

Cramer, Dr. **C.**, Professor der Botanik, Direktor des botan. Gartens in Zürich, Stadelhofen, Adlerburg.

Dammer, **Udo**, Zweiter Conservator am Kaiserl. Botanischen Garten in St. Petersburg.

***Demmler**, **Ad.**, Handelsgärtnereibesitzer in Friedrichsfelde b. Berlin.

Detmer, Dr. **W.**, Professor der Botanik in Jena.

***Diercke**, Seminardirektor in Stade.

Doms, **A.**, Seminarlehrer in Cöslin.

Dreisch, Dr. in Poppelsdorf b. Bonn.

***Dresler**, **E. F.**, Kantor in Löwenberg i. Schlesien.

Droysen, Dr. **K.** in Geisenheim a. Rhein.

Drude, Dr. **Oscar**, Professor der Botanik am Polytechnikum und Direktor des botan. Gartens in Dresden.

Dufft, **C.** in Rudolstadt.

Ebeling, **Ch. W.**, Lehrer in Magdeburg.

***Ebermayer**, Dr. **E.**, Professor in München.

Effner, **C. von**, Königl. Hof-Gartendirektor in München.

***Eggers**, **Ed.**, Verlagsbuchhändler in Berlin SW., Wilhelmstr. 122.

Eichler, Dr. **A. W.**, Professor der Botanik und Direktor des königl bot. Gartens und botan. Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Berlin W., Potsdamerstr. 75a.
***Elstorpff**, **C**. in Thalmühle bei Zoppot.
Engelmann, Dr. med., Arzt in St. Louis (Nord-Amerika).
Engler, Dr. **A.**, Professor der Botanik, Direktor des botan. Gartens in Kiel, Reventlow Allee 4.
Entleutner, Dr. **A. F**, Professor in Meran, Villa Rosa.
***Erfurth**, **R**, Seminarlehrer und Hofkantor in Weimar.
Ernst, Dr. **A.** in Carácas (Venezuela).

***Felsmann**, Dr. **C.**, Arzt in Dittmannsdorf, Post Reussendorf (Schlesien).
Fischer, Dr. **Alfr.**, Privatdozent der Botanik in Leipzig, Zeitzerstr. 37, II.
Focke, Dr. **W. O.** in Bremen, Steinern Kreuz 2a.
Frank, Dr. **B.**, Professor der Pflanzenphysiologie und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin N., Philippstr. 8.
***Frenzel**, **W.**, Lehrer an der höheren Töchterschule in Bonn.
***Freschke**, **W.**, Schlossgärtner in Lübbenau.
Freyhold, Dr. **Edm. von**, Professor in Pforzheim.
Freyn, **J**. in Prag III, Karmelitergasse 21.
Fünfstück, **Moritz**, stud. phil. in Berlin NW., Bauhofstr. 2.

Garcke, Dr. **Aug**, Professor der Botanik und erster Custos am königl. botanischen Museum in Berlin SW., Friedrichstr. 227.
***Geheeb**, **A**., Apotheker in Geisa.
Geisenheyner, **L**, Gymnasiallehrer in Kreuznach.
Geyler, Dr. **H. Th.**, Dozent und Direktor des botanischen Gartens am Senckenberg'schen Institut in Frankfurt a. Main, Friedberger Landstrasse 107.
Goeppert, Dr. **H. R.**, Geheimer Medizinalrath, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in Breslau.
***Golenz**, **J**, Lehrer in Schönfeld p. Mühlbock.
***Goll**, **W.**, Pfarrer in Bätzingen b. Eichstetten.
Griewank, Dr., Medizinalrath in Bützow i. Mecklenburg.
Gürke, **M.**, cand. phil. in Görlitz, Moltkestr. 23, II.

Haberlandt, Dr. **G.**, Professor an der k. k. technischen Hochschule und Privatdozent an der Universität in Graz, Klosterwiesgasse 41.
Haenlein, Dr. **F. H.** in Cassel, Frankfurterstr. 5.
Hänsch, Optiker und Mechaniker in Berlin S., Stallschreiberstr. 4.
Hallier, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik in Jena.

Hanausek, Dr. **T. F.**, Professor an der nied.-öster. Landes Ober-Real- und Handels-Schule, Custos des Warenlaboratoriums in Krems a. d. Donau (Nieder-Oesterreich).

Hartwich, Apotheker in Tangermünde.

***Haskarl**, Dr. **J. K.** in Cleve.

Hauck, Dr. **F.** in Triest, Via Rossetti 229.

***Hausser**, **Emil**, Ordentlicher Lehrer an der Realschule in Barr i. Elsass.

Haussknecht, **C.**, Professor in Weimar.

***Hechel**, **Wilh.** in Friedrichroda i. Thüringen.

Hegelmaier, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik in Tübingen.

Heiligenstadt, **C.**, stud. phil. in Berlin N., Kesselstr. 24, I.

Heinricher, Dr. **Em.**, Dozent der Botanik an beiden Hochschulen in Graz, Heinrichstr. 2, I.

Heldreich, Dr. **Theodor von**, Direktor des botan. Gartens in Athen.

Hellriegel, Dr. **H.**, Professor, Direktor der landwirthschaftlichen Versuchsstation in Bernburg

Herpell, **Gust.** in St. Goar.

Hesse, Dr. **Rud.**, Direktor der landwirthschaftlichen Winterschule in Marburg, Reg.-Bez. Cassel.

***Heyfelder**, **Herm.**, Verlagsbuchhändler in Berlin W., Kurfürstenstr. 18.

Hildebrand, Dr. **F.**, Professor der Botanik, Direktor des botan. Gartens in Freiburg i. Baden.

Hinneberg, Dr. **P.**, Apotheker in Altona, Adler-Apotheke.

***Hinrichsen**, **N.**, Gymnasiallehrer in Schleswig.

***Hoffmann**, **Ferd.**, stud. phil. in Charlottenburg, Kanalstr. 14.

Höhnel, Dr. **Fr.** Ritter **von**, Honorardozent an der technischen Hochschule in Wien IV, Technikerstr. 13.

Hohenbühel, genannt **Heufler zu Rasen**, Baron **Ludwig von**, in Altenzoll b. Hall (Tirol).

Holtz, **Ludwig** in Greifswald, Langestr. 55.

Holzner, Dr. **G.**, Professor an der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan b. Freising i. Bayern.

***Horn**, **Paul**, Apotheker in Waren.

***Hübner**, Prediger in Grünhof vor Stettin.

Huth, Dr. **E.**, Lehrer am Realgymnasium in Frankfurt a. O.

Jack, **J. B.**, Apotheker in Konstanz.

Jacobsthal, **E.**, Professor an der technischen Hochschule zu Berlin in Charlottenburg, Marchstr. 5.

***Jaeger**, Grossh. Hofgarteninspektor in Eisenach

Jentsch, Dr in Grabow a. Oder.

Jönsson, Dr. **Bengt**, Dozent der Botanik in Lund (Schweden).

Johow, Dr. **Fr.**, Assistent am botanischen Institut in Bonn, Schloss Poppelsdorf.

***Jordan, Karl**, cand. phil. in Berlin S., Tempelherrenstr. 3, II.

Just, Dr. **L.**, Professor am Polytechnikum, Direktor des botan. Gartens, Redakteur der botan. Zeitung und des botan. Jahresberichtes in Karlsruhe i. Baden.

Karaman, **Lucas**, Lehramts-Kandidat in Spalato (Dalmatien).

Karsch, Dr., Medizinalrath und Professor in Münster i. Westfalen.

***Kellermann**, Dr. in Wunsiedel i. Baiern.

Kienitz-Gerloff, Dr. in Weilburg, Reg.-Bez. Wiesbaden.

***Kinzel**, **W.**, Pharmaceut in Nimpsch i. Schlesien, Reg.-Bez. Breslau.

Kirchner, Dr. **O.**, Professor der Botanik an der landwirthschaftlichen Akademie in Hohenheim b. Stuttgart.

***Klatt**, Dr. **F. W.** in Hamburg, Eimsbüttel, Augustastr. 8.

Klebahn, **H.**, stud. phil. in Jena, Eichplatz (in den Ferien: Bremen, Taubenstr. 16).

Klebs, Dr. **Georg**, Privatdozent und Assistent am botanischen Institut in Tübingen.

Klein, Dr. **Jul.**, Professor am Polytechnikum in Budapest.

Kley, **Herm.**, Verwalter in Barmen, Altmarkt 24.

Kny, Dr. **L.**, Professor der Botanik, Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität und des botanischen Institutes der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin W., Keithstr. 8.

Koch, Dr. **L.**, Professor der Botanik in Heidelberg, Sophienstr. 9.

Koehne, Dr. **E.**, Oberlehrer in Berlin W., Göbenstr. 31.

***Koepert**, **O.**, stud. rer. nat. zu Halle a. S., Wallstr. 9.

Kohl, Dr. **F. G.** in Marburg, Ketzerbach.

Krabbe, Dr. **G.** in Berlin NW., Botan. Institut (Dorotheenstr. 5, I).

***Krah**, Dr. in Berlin SW., Pionierstr. 4, II.

***Krašan**, Dr. **Franz**, Professor am II. k. k. Gymnasium in Graz.

Kraus, Dr. **C.** in Triesdorf, Mittelfranken.

Krause, Dr. **Ernst H. L.**, Marine-Assistenzarzt II. Cl. in Kiel.

Krumbholtz, **F.**, Apotheker in Potsdam.

Kühn, Dr. **Jul.**, Professor und Direktor des landwirthschaftlichen Instituts in Halle a. S.

***Kugler**, Dr. **Emil**, pract. Arzt in Pfronten, Allgäu, Bayern.

***Kuhn**, Dr. **M.**, Oberlehrer in Berlin NW., Louisenstr. 67.

Kuntze, Dr. **Otto** in Leipzig-Eutritzsch.

***Kurth**, Dr. **H.**, Unterarzt im Oldenburg. Inf.-Reg. No. 91 z. Z. commandirt zum königl. Charité-Krankenhause in Berlin NW.

Kurtz, Dr. **F.**, Professor in Cordoba (Argentin. Republik) z. Z. in Berlin W., Königin-Augustastr. 50.

Lakowitz, Dr. in Breslau, Botan. Garten.

Lauche, **W.**, Königl. Garten-Inspektor in Potsdam, Königl. Gärtner-Lehranstalt.

***Laux, Walther**, Pharmaceut in Berlin C, Prenzlauerstr. 45a.
***Leidolt**, Apotheker in Belzig.
Leimbach, Dr. **G.**, Professor am fürstlichen Gymnasium und Redakteur der deutschen botan. Monatsschrift in Sondershausen.
Leitgeb, Dr. **H.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Graz, Neuthorgasse.
***Liebeherr, von**, General-Major a. D. in Havelberg.
Liebenberg, Dr. **Ad. von**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in Wien VIII, Reitergasse 17.
Lindemuth, **H.**, Königl. Universitätsgärtner und Dozent an der landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin NW., Universitätsgarten.
Linhart, Dr. **Georg**, Professor an der königl. ungarischen landwirthschaftlichen Akademie in Ungar.-Altenburg.
Loew, Dr. **E.**, Oberlehrer in Berlin SW., Grossbeerenstr. 1.
***Lucas, Carl**, Mittelschullehrer in Charlottenburg, Spreestr. 24.
Luckenbach, **G. W.**, Apotheker in Berlin NW., Philippstr. 18.
Ludwig, Dr. **F.**, Gymnasial-Oberlehrer in Greiz, Leonhardsberg 138b.
Luerssen, Dr. **Chr.**, Privatdozent und Custos am Herbarium der Universität in Leipzig, Braustr. 6b

Magnus, Dr. **P.**, Professor der Botanik in Berlin W., Blumeshof 15.
Marsson, Dr. **Th.** in Greifswald.
Matz, Dr., Assistenzarzt im Garde-Husaren-Regiment in Potsdam, Hohenwegstrasse 3.
Melsheimer, **Marcellus**, Oberförster in Linz a. Rhein.
Meyer, Dr. **Arthur**, Assistent am pharmaceutischen Institut der Universität in Strassburg i. Els.
***Meyn**, Lithograph in Berlin S., Wasserthorstr. 46.
Mikosch, Dr. **C.**, Professor an der Staatsrealschule in Währing b. Wien.
***Mildbraed, Hugo**, Pharmaceut in Belzig.
***Milde, Paul**, Maler in Wohlau i. Schlesien.
Minks, Dr. **Arthur** in Stettin, Breitestr. 53/54.
Moeller, Dr. **Herm.** in Berlin N., Invalidenstr. 108, III.
Moeller, Dr. **Josef**, Adjunct der k. k. forstl. Versuchsleitung und Dozent an der technischen Hochschule in Wien, z. Z. in Mariabrunn.
***Moeller, J. D.**, Präparator für Mikroskopie in Wedel i. Holstein.
Molisch, Dr. **Hans**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut in Wien IX., Türkenstr. 3
***Mülberger**, Dr. **Arthur**, Arzt in Herrenalb, Württemberg.
Müller, Dr. **Carl** in Berlin SW., Grossbeerenstr. 53.
Müller, Dr. **Fritz** in Blumenau, Prov. Sta. Catharina (Brasilien).
Müller, Dr. **Hermann**, Professor am Realgymnasium in Lippstadt.
Müller, Dr. **J.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Genf, Boulev. des Philosophes 8.

Müller, Dr. **N. I. C.**, Professor der Botanik an der Forstakademie und Direktor des botan. Gartens in Hann. Münden.
Müller, Otto, Verlagsbuchhändler in Berlin W., Matthäikirchstr. 23, I.
Muencke, Dr. **Rob.** in Berlin NW., Luisenstr. 58.
Münter, Dr. **J.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Greifswald.

***Naumann**, Dr., prakt. Arzt in Gera, Reuss j. L.
***Neumann**, Dr. **Emil**, Gymnasiallehrer in Neu-Ruppin.
Nobbe, Dr. **F.**, Professor der Botanik und Direktor des forstakademischen Gartens in Tharand.
Noeldeke, C., Ober-Appellationsgerichts-Rath in Celle
***Oder**, Rentier in Berlin SW., Schützenstr. 6a, I.
Orth, Dr. **A.**, Professor an der landwirthschaftlichen Hochschule und Direktor des agronomisch-pedologischen Institutes in Berlin W., Wilhelmstr. 43

Paeske, Fr., Referendar in Berlin W., Lützowstr. 12, III.
Parreidt, H., Apothekenbesitzer in Berlin SW., Bernburgerstr. 3.
***Peck, F.**, Landgerichts-Präsident a. D. in Schweidnitz.
***Peckolt, Gust.** in Rio de Janeiro.
Peckolt, Dr. **Theod.**, Kaiserl. Hofapotheker in Rio de Janeiro.
Pentz, C., Oberapotheker in Hamburg, Lindenstr. 20b, I.
Penzig, Dr. **Otto**, Professor, Director der Agronomischen Station in Modena.
Peyritsch, Dr. **Joh.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in Innsbruck.
Pfeffer, Dr. **W.**, Professor der Botanik und Direktor des bot. Institutes und botan. Gartens in Tübingen.
Pfitzer, Dr. **E.**, Professor der Botanik und Direktor des bot. Institutes und botan. Gartens in Heidelberg.
***Polák, Karl** in Prag, Wladislawgasse 21.
Potonié, **H.** in Berlin NW., Dorotheenstr. 42.
Prantl, Dr. **K.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in Aschaffenburg.
Pringsheim, Dr. **N.**, Professor, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Redakteur der Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik in Berlin W., Bendlerstr. 31.
Progel, Dr., Bezirksarzt in Waldmünchen, Oberpfalz.

Radlkofer, Dr. **L.**, Professor der Botanik, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in München, Sonnenstr 7, I.
Reess, Dr. **Max**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Erlangen.

Reichardt, Dr. **H W.**, Professor der Botanik, Direktor des k. k. botan. Hofkabinets in Wien III, Traungasse 4.

Reinhardt, **M. Otto**, cand. phil. in Berlin NW., Karlstr. 45, II.

Reinke, Dr., Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes in Göttingen.

Reinsch, **P. F.** in Erlangen.

***Rettig**, Inspektor des botanischen Gartens in Krakau.

***Richter**, **Lajos** in Budapest, Maria Valeria-Gasse 4.

***Richter**, **P.**, cand. phil. in Lübben i. Lausitz, am Hainthor.

Richter, **Paul**, Lehrer in Leipzig, Aeussere Hospitalstr. 6.

***Ritschl**, Rechtsanwalt in Stettin, Kohlmarkt 11.

Robel, Dr. **E.**, Realgymnasiallehrer in Berlin W., Körnerstr. 10.

Ross, **H.** in Portici bei Neapel, Corso Garibaldi 131.

***Roth**, Dr. **Ernst**, Hilfsarbeiter am königl. botan. Museum in Berlin W., Potsdamerstr. 113, Villa II.

***Russow**, Dr. **E.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in Dorpat.

Ruthe, **R.**, Kreisthierarzt in Swinemünde.

Sadebeck, Dr., Honorar Professor und Chef des botanischen Museums und Laboratoriums in Hamburg, Besenbinderhof 48.

Salfeld, **E.**, Apotheker in Hannover.

***Schaarschmidt**, Dr. **Jul**, Assistent am botan. Institut der Universität in Klausenburg (Ungarn), botan. Garten.

***Scharlok**, Apotheker in Graudenz.

***Schemmann**, **W.**, Fachlehrer in Annen i. Westfalen.

Schenk, Dr. Hofrath, Professor der Botanik, Direktor des botanischen Gartens und des botan. Instituts in Leipzig.

Schmalhausen, Dr. **J.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Kiew (Russland).

Schmidt, Dr. **Aug.**, Gymnasiallehrer in Lauenburg i. Pommern.

***Schmidt**, Dr. **J. A.**, emer. Professor der Botanik in Ham bei Hamburg, Mittelstrasse 37.

Schmitz, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik in Bonn, in Poppelsdorf, Friedrichstrasse 20.

***Schneider**, **Georg**, Pharmaceut in Colbergermünde.

Schnetzler, Dr. **J. B.**, Professor der Botanik in Lausanne.

Schnuse, **W.**, Lehrer am Gymnasium in Dessau.

***Scholz**, Lehrer an der Bürgerschule in Jauer.

Schrader, Dr. **Jul.** in Berlin W., Matthäikirchstr. 21.

Schröter, Dr. **C.**, Privatdozent der Botanik in Zürich, Fluntern b. Zürich, Plattenstr. 30.

Schubert, **A.**, Lehrer an der Victoriaschule in Berlin S., Prinzenstr. 71.

***Schütz**, **Herm.**, Lehrer in Lenzen a. d. Elbe.

***Schulz**, Dr. **Paul** in Berlin SW., Wrangelstr. 46, II.

Schulze, Max, Apotheker in Jena.

Schwarz, Dr. **Frank**, Privatdozent der Botanik in Breslau, Uferstr. 4/5.

Schwendener, Dr. **S**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Institutes der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Berlin W., Matthäikirchstr. 28.

Seehaus, C. A., Conrektor in Stettin, Grünhof, Gartenstr. Ia.

Seemen, O. von, Rittmeister a. D. in Berlin SW., Halleschestr. 28.

Senft, Dr., Hofrath in Eisenach.

Sennholz, G. in Bockenheim b. Frankfurt a. Main, Schlossstr. 42.

Singer, Dr. **J**, Professor und Direktor der königl. bayrischen botan. Gesellschaft, Redakteur der „Flora“ in Regensburg.

Sinogowitz, E., Apotheker in Charlottenburg, Leibnitzstr. 73.

Solms-Laubach, Dr. **H.** Graf **zu**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Göttingen.

Spieker, Dr. **Th.**, Professor an dem Real-Gymnasium in Potsdam.

Spiessen, Freiherr **von**, Königl. Oberförster in Usingen i. Nassau.

Stahl, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik, Direktor des botan. Gartens in Jena.

***Staritz, R.**, Lehrer in Pulsnitz.

Staub, Dr. **Mor.**, Professor an der Uebungsschule des Seminars für Hochschulen in Budapest VII, Tabakgasse 60.

***Stein, B.**, Inspektor am botan. Garten in Breslau.

Steinbrinck, Dr., Gymnasiallehrer in Hamm i. Westfalen.

Steinvorth, H., Oberlehrer am Realgymnasium in Lüneburg.

Sterzel, Dr. **J. T.** in Chemnitz, Waisenstr. 1c.

Stizenberger, Dr. **E.**, Arzt in Konstanz.

Stoll, Eugen, Apothekenbesitzer in Herborn, Reg.-Bez. Wiesbaden.

Straehler, A., Fürstl. Pless'scher Oberförster in Theerkeute b. Wronke.

Strasburger, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Bonn.

***Strauss, H. C.**, Obergehülfe am königl. botan. Garten in Berlin W., Grossgörschenstrasse.

Sulzer, Dr. **L.**, Arzt in Berlin W., Lützowstr. 88.

Tangl, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Czernowitz (Oesterreich).

Thomas, Dr. **Fr.**, Professor und Oberlehrer an der herzogl. Realschule in Ohrdruf.

Thüme, Osmar, Oberlehrer in Dresden.

***Timm, C. T.** in Altona, Adolfstr. 42.

Toepffer, Ad. in Brandenburg a. Havel.

Treichel, A., Rittergutsbesitzer in Hoch-Paleschken bei Alt-Kischau in Westpreussen.

Tschirch, Dr. **A.**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin N., Invalidenstr. 36.

***Uechtritz, R. von,** in Breslau, Klosterstr. 84.

Uhlworm, Dr., Bibliothekar, Redakteur des botanischen Centralblattes in Cassel.

Urban, Dr. **Ign.**, Custos des königl. botan. Gartens in Berlin. Wohnung: Schöneberg b. Berlin, Grunewaldstr. 19.

Vatke, W. in Berlin W., Leipzigerstr. 2.

Vigener, A., Hof-Apotheker in Biebrich a. Rh.

Vöchting, Dr. **H.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in Basel.

***Vogel, Heinr.,** Lehrer in Markneukirchen i. Sachsen.

Vogl, Dr. **August E.,** Professor der Pharmakologie und k. k. Obersanitätsrath in Wien IX., Petrarkagasse 1.

Volkens. Dr. **Georg** in Berlin N., Friedrichstr. 133.

***Voss,** Dr. **Wilhelm,** Professor an der Staats-Ober-Realschule in Laibach (Oesterreich).

Wagner, Dr. **W.,** Dirigirender Arzt des Knappschafts-Lazareth in Stadt-Königshütte, Schlesien.

Wahnschaff, Dr. **Th.** in Hamburg, Rabenstr. 15.

***Waldner, H.** in Wasselnheim.

Weiss, Dr. **Ad.,** Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Laboratoriums in Prag.

Westermaier, Dr. **M.,** Privatdozent und Assistent am botan. Institut der Universität in Berlin NW., Botan. Institut, Dorotheenstr. 5, I.

Wettstein, Richard von, Eleve des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität in Wien I, Helferstorferstr. 13.

Wiesenthal, Paul, Fabrikant in Mühlhausen i. Thüringen.

Wiesner, Dr. **Jul.,** Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität, Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien IX., Türkenstr. 3.

Wigand, Dr. **A**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Marburg.

Wilhelm, Dr. **K.,** Privatdozent an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien VIII, Reitergasse 17.

Willkomm, Dr. **M.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in Prag, Smichow.

Winkler, Geheimer Kriegsrath a. D. in Berlin W., Schillstr. 16.

Winter, F., Apothekenbesitzer in Gerolstein (Rheinpreussen).

Winter, Dr. **G.** in Leipzig, Lessingstr. 18.

Winter, Dr., Stabsarzt in Soest.

Wirtgen, Ferd., Apotheker in St. Johann a. d. Saar.

Wittmack, Dr. **L.,** Professor der Botanik und Custos des Museums der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin N., Invalidenstrasse 42.

Wortmann, Dr. **J.**, Privatdozent und Assistent am botanischen Institut in Strassburg i. Els.

***Wünsche**, Dr. **Otto**, Oberlehrer am Gymnasium in Zwickau i. Sachsen.

Wunschmann, Dr. **E.**, Realgymnasiallehrer in Berlin N., Templinerstr. 10.

Zabel, **H.**, Gartenmeister in Hann. Münden.

Zacharias, Dr. **E.**, Professor der Botanik in Strassburg i. Els., Sturmechstaden 2.

Zeiss, Professor in Landshut i. Bayern.

Zimmermann, Dr. **Albr.**, Assistent am botan. Institut der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin NW., Luisenstr. 4, III.

Zimmermann, Dr. **O. E. R.**, Oberlehrer an der Realschule in Chemnitz.

Zopf, Dr. **W.**, Privatdozent in Halle a. S, Jägerplatz 3.

Verstorben.

Lauche, **W.**, Königl. Garten-Inspektor in Wildpark bei Potsdam, starb daselbst am 12. September 1883.

Müller, Dr. **Hermann**, Professor am Realgymnasium in Lippstadt, starb am 25. August in Prad (Tirol).

Register zu Band I.

1. Geschäftliche Mittheilungen.

Seite
Bericht über die Bildung der Deutschen Botanischen Gesellschaft . . 1
I. Einladung zur constituirenden Versammlung 1
II. Protocoll der constituirenden Versammlung 5
III. Einladung zur Wahlversammlung in Berlin 9
IV. Protocoll der Wahlversammlung 9
V. Vorstandsbeschlüsse 10
VI. **Statuten der Deutschen Botanischen Gesellschaft** 11
VII. **Reglement für die Geschäftsführung** 17
Sitzung vom 26. Januar 1883 23
Sitzung vom 23. Februar 1883 57
Sitzung vom 30 März 1883 111
Sitzung vom 27. April 1883 163
Sitzung vom 25. Mai 1883 209
Sitzung vom 29. Juni 1883 237
Sitzung vom 27. Juli 1883 309
Einladung zur Generalversammlung 310
Sitzung vom 26. October 1883 (Wahlversammlung) 357
Sitzung vom 30. November 1883 451
Sitzung vom 28. Dezember 1883 503
Mitgliederlisten 23, 57, 112, 163, 209, 309, 359, 451
Protocoll der ersten Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft am 17. September 1883 in Freiburg i. Baden I
Mitgliederliste (geschlossen am 31. Dezember 1883) XXXI

2. Wissenschaftliche Mittheilungen.

a) In der Reihenfolge der Publikation geordnet.

I. Sitzungsberichte.

1. **B. Frank,** Ueber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten (I) 29
2. **Otto Müller,** Das Gesetz der Zelltheilungsfolge von *Melosira* (*Orthosira*) *arenaria* Moore 35
3. **E. Pfitzer,** Ueber ein Härtung und Färbung vereinigendes Verfahren für die Untersuchung des plasmatischen Zellleibs 44
4. **S. Schwendener,** Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen 48
5. **I. Urban,** Ueber die Bestäubungseinrichtungen bei der Büttnerieengattung *Rulingia* 53

Seite
6. **B. Frank,** Ueber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten (II.) 58
7. **G. Krabbe,** Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Cladoniaceen . 64
8. **N. I. C. Müller** (Münden), Polarisations-Erscheinungen pflanzlicher und künstlicher Colloid-Zellen 77
9. **Georg Firtsch,** Ueber einige mechanische Einrichtungen im anatomischen Bau von *Polytrichum juniperinum* Willd. (mit Tafel II) 83
10. **H. Kurth,** Ueber *Bacterium Zopfii*, eine neue Bacterienart (mit Tafel III) 97
11. **I. Urban,** Ueber die Familie der Turneraceen 100
12 **Fr. Buchenau,** Die düngende Wirkung des aus den Baumkronen niederträufelnden Wassers 108
13. **Henrich Klebahn,** Ueber die Structur und die Function der Lenticellen, sowie über den Ersatz derselben bei einigen lenticellenfreien Holzgewächsen (mit Tafel IV) 113
14. **E. Heinricher,** Der abnorme Stengelbau der Centaureen, anatomisch-physiologisch betrachtet (mit Tafel V) 122
15. **P. Magnus,** Das Auftreten von *Aphanizomenon flos aquae* (L.) Ralfs im Eise bei Berlin 129
16. **E. Pfitzer,** Zur Morphologie und Anatomie der Monokotylen-ähnlichen *Eryngien* 133
17. **A. Tschirch,** Untersuchungen über das Chlorophyll (III.) 137
18. **Hans Molisch,** Ueber den mikrochemischen Nachweis von Nitraten und Nitriten in der Pflanze mittelst Diphenylamin oder Brucin 150
19. **K. Prantl,** *Helminthostachys zeylanica* und ihre Beziehungen zu *Ophioglossum* und *Botrychium* 155
20. **E. Hackel,** Ueber das Vorkommen von *Calamagrostis phragmitoides* Hartm. in Deutschland 161
21. **Fritz Müller,** Biologische Beobachtungen an Blumen Südbrasiliens . . 165
22. **T. F. Hanausek,** Ueber eine neue Form der *Rosa collina* Jacq 170
23. **A. Tschirch,** Untersuchungen über das Chlorophyll (III.) (Schluss) . . 171
24. **I. Urban,** *Trematosperma*, novum genus Somalense 182
25. **A. Zimmermann,** Zur Kritik der Böhm-Hartig'schen Theorie der Wasserbewegung in der Pflanze 183
26. **Ludwig Koch,** Untersuchungen über die Entwicklung der *Orobanchen* . . 188
27. **A. Tschirch,** Zur Morphologie der Chlorophyllkörner (Notiz) 202
28. **C. Kraus,** Beiträge zur Kenntniss des Verhaltens der leicht oxydablen Substanzen des Pflanzensaftes 211
29. **K. Wilhelm,** Die Verdoppelung des Jahresringes 216
30. **W. Miller,** Ueber einen Zahn-Spaltpilz, *Leptothrix gigantea* (mit Tafel VI) 221
31. **G. Krabbe,** Zur Frage nach der Funktion der Wurzelspitze 226
32. **M. Kuhn,** Ueber Farne und Charen der Insel Socotra (Charen Autore **O. Nordstedt**) 238
33. **N. Wille,** Ueber die Zellkerne und die Poren der Wände bei den Phycochromaceen 243
34, **H. Leitgeb,** Ueber Bau und Entwicklung einiger Sporen 246
35. **I. Urban,** Die *Medicago*-Arten Linné's 256
36. **G. Haberlandt,** Ueber die physiologische Funktion des Centralstranges im Laubmoosstämmchen 263
37. **H. Willkomm,** *Umbilicus Winkleri*, ein neuer Bürger der europäischen Flora 268
38. **Carl Steinbrinck,** Ueber den Oeffnungsmechanismus der Hülsen . . . 270
39. **Alfred Fischer,** Das Siebröhrensystem von *Cucurbita* 276

Seite

40. **K. Prantl,** Studien über Wachsthum, Verzweigung und Nervatur der Laubblätter, insbesondere der Dicotylen 280
41. **N. Pringsheim,** Ueber Cellulinkörner, eine Modifikation der Cellulose in Körnerform (mit Tafel VII) 288
42. **I. Urban,** Ueber die morphologische Bedeutung der Stacheln bei den Aurantieen (mit Tafel VIII) 313
43. **W. Zopf,** Weitere Stützen für meine Theorie von der Inconstanz der Spaltalgen (Phycochromaceen) (mit Tafel IX) 319
44. **K. Wilhelm,** Ueber eine Eigenthümlichkeit der Spaltöffnungen bei Coniferen 325
45. **Hermann Ross,** Beiträge zur Anatomie abnormer Monokotylenwurzeln (Musaceen, Bambusaceen) (mit Tafel X) 331
46. **Steinbrinck,** Ueber einige Fruchtgehäuse, die ihre Samen infolge von Benetzung freilegen (mit Tafel XI) 339
47. **K. Prantl,** Systematische Uebersicht der Ophioglosseen 348
48. **Steinbrinck,** Berichtigung zu der Mittheilung: Ueber einige Fruchtgehäuse, die ihre Samen infolge von Benetzung freilegen 360
49. **Dammer,** Ueber einige Formen von *Picea excelsa* Lk. in der Umgebung St. Petersburgs 360
50. **H. Molisch,** Ueber das Längenwachsthum geköpfter und unverletzter Wurzeln 362
51. **Alfred Burgerstein,** Ueber die Aufnahme von Wasser durch die Blüthenköpfe einiger Compositen 367
52. **M. Westermaier,** Zur Kenntniss der osmotischen Leistungen des lebenden Parenchyms 371
53. **A. Zimmermann,** Ueber die Jamin'sche Kette 384
54. **J. Reinke,** Die optischen Eigenschaften der grünen Gewebe und ihre Beziehungen zur Assimilation des Kohlenstoffs 395
55. **T. F. Hanausek,** Ueber Blüthendurchwachsungen von *Picris hieracioides* L. 425
56. **M. Fünfstück,** Zur Frage nach der aktiven Krümmung der Knospenstiele der Papaveraceen 429
57. **E. Heinricher,** Zur Kenntniss der Algengattung *Sphaeroplea* (mit Taf. XII) 433
58. **A. Winkler,** Bemerkungen über die Keimpflanze und die Keimfähigkeit des Samens von *Tithymalus Cyparrissias* Scop. 452
59. **F. Hildebrand,** Ueber einige Bestäubungseinrichtungen (mit Tafel XIII, Fig. 1—9) 455
60. — Ueber die Samen von *Acacia Melanoxylon* (mit Tafel XIII, Fig. 10—13) 461
61. **A. Tschirch,** Untersuchungen über das Chlorophyll (V.) (mit Tafel XIV) 462
62. **E. F. von Homeyer,** Bemerkungen über die düngende Wirkung des aus den Baumkronen niederträufelnden Wassers 471
63. **P. Korschelt,** Zur Frage über das Scheitelwachsthum der Phanerogamen (mit Tafel XV) 472
64. **O. Müller,** Die Chromatophoren mariner Bacillariaceen aus den Gattungen *Pleurosigma* und *Nitzschia* 478
65. **F. Temme,** Ueber das Chlorophyll und die Assimilation der *Cuscuta europaea* 485
66. **Franz Buchenau,** Eine verkannte deutsche Phanerogame 487
67. **Fr. Thomas,** *Synchytrium pilificum* n. sp. 494
68. **P. Ascherson,** Bemerkungen über das Vorkommen gefärbter Wurzeln bei den *Pontederiaceen*, *Haemodoraceen* und einigen *Cyperaceen* 498
69. **Oscar Schmidt,** Das Zustandekommen der fixen Lichtlage blattartiger Organe durch Torsion 504
70. **Bengt Jönsson,** Der richtende Einfluss strömenden Wassers auf wachsende Pflanzen und Pflanzentheile (Rheotropismus) 512

Seite
71. **P. Magnus,** Ueber eine besondere geographische Varietät der *Vajas graminea* Del. und deren Auftreten in England 521
72. **W. Pfeffer,** Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize 524
73. **A. Zimmermann,** Molekular-physikalische Untersuchungen (I) über den Zusammenhang zwischen Quellung und Doppelbrechung 533
74. **Oscar Kirchner,** Zum Wachsthum dekapitirter Wurzeln 540
75. **G. Schweinfurth,** Neue Beiträge zur Flora des alten Aegyptens, (briefliche Mittheilung an Herrn P. Ascherson) 541

II. Generalversammlungsbericht.

1. **A. Engler,** Ueber die pelagischen Diatomaceen der Ostsee X
2. **J. Schmalhausen,** *Vaccinium macrocarpum* Ait., ein neuer Bürger der Flora Deutschlands XIV
3. **J. Reinke,** Der Einfluss des Sonnenlichts auf die Gasblasenausscheidung von *Elodea canadensis* XV
4. **A. Tschirch,** Die Reindarstellung des Chlorophyllfarbstoffes (IV.) . . XVII
5. **F. Hildebrand,** Ueber Blattrichtung und Blatttheilung bei *Planera Richardi* XXII
6. — Ueber die Verbreitungseinrichtung an Brutknospen von *Gonatanthus sarmentosus, Remusatia vivipara* und an den Früchten von *Pupalia atropurpurea* XXIV
7. — Ueber einige merkwürdige Färbungen von Pflanzentheilen XXVII
8. **A. Meyer,** Ueber das Suberin des Korkes von *Quercus Suber* XXIX

b) Alphabetisch nach den Autoren geordnet.

Ascherson, P., Bemerkungen über das Vorkommen gefärbter Wurzeln bei den *Pontederiaceen, Haemodoraceen* und einigen *Cyperaceen* 498
Buchenau, Fr., Die düngende Wirkung des aus den Baumkronen niederträufelnden Wassers 108
– Eine verkannte deutsche Phanerogame (mit 9 Holzschnitten) 487
Burgerstein, Alfred, Ueber die Aufnahme von Wasser durch die Blüthenköpfe einiger Compositen 367
Dammer, Ueber einige Formen von *Picea excelsa* Lk. in der Umgebung St. Petersburgs 360
Engler, A., Ueber die pelagischen Diatomaceen der Ostsee, ein Beitrag zur deutschen Flora X
Firtsch, Georg, Ueber einige mechanische Einrichtungen im anatomischen Bau von *Polytrichum juniperinum* Willd. (mit Tafel II) 83
Fischer, Alfred, Das Siebröhrensystem von *Cucurbita*, vorläufige Mittheilung 276
Frank, B., Ueber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten (I.) *Fusicladium tremulae* n. sp. *Gloeosporium Lindemuthianum* Sacc. und Magnus, vorläufige Mittheilung 29
— Dasselbe (II.) *Polystigma rubrum* Tul., *Hypochnus Cucumeris* n. sp., vorläufige Mittheilung 58
Fünfstück, M., Zur Frage nach der aktiven Krümmung der Knospenstiele der Papaveraceen 429
Haberlandt, G., Ueber die physiologische Bedeutung des Centralstranges im Laubmoosstämmchen, vorläufige Mittheilung 263
Hackel, E., Ueber das Vorkommen von *Calamagrostis phragmitoides* Hartm. in Deutschland 161

Seite

Hanausek, T. F., Ueber eine neue Form der *Rosa collina* Jacq. 170
— Ueber Blüthendurchwachsungen von *Picris hieracioides* L. (mit 3 Holzschn.) 425
Heinricher, E., Der abnorme Stengelbau der Centaureen, anatomisch-physiologisch betrachtet (mit Tafel V) 122
— Zur Kenntniss der Algengattung *Sphaeroplea* (mit Tafel XII) 433
Hildebrand, F., Ueber einige Bestäubungseinrichtungen — *Salvia carduacea*, *Sarracenia purpurea*, *Heteranthera reniformis* (mit Taf. XIII, Fig. 1—9) 455
— Ueber die Samen von *Acacia Melanoxylon* (mit Tafel XIII, Fig. 10—13) . 461
— Ueber Blattrichtung und Blatttheilung von *Planera Richardi* XXII
— Ueber die Verbreitungseinrichtung an Brutknospen von *Gonatanthus sarmentosus*, *Remusatia vivipara* und an Früchten von *Pupalia atropurpurea* XXIV
Homeyer, E. F. von, Bemerkungen über die düngende Wirkung des aus den Baumkronen niederträufelnden Wassers 471
Jönsson, Bengt, Der richtende Einfluss strömenden Wassers auf wachsende Pflanzen und Pflanzentheile (Rheotropismus), vorläufige Mittheilung 512
Kirchner, Oskar, Zum Wachsthum dekapitirter Wurzeln 540
Klebahn, Henrich, Ueber die Structur und die Funktion der Lenticellen, sowie über den Ersatz derselben bei einigen lenticellenfreien Holzgewächsen, vorläufige Mittheilung (mit Tafel IV) 113
Koch, Ludwig, Untersuchungen über die Entwicklung der *Orobanchen*, vorläufige Mittheilung 188
Korschelt, P., Zur Frage über das Scheitelwachsthum der Phanerogamen, vorläufige Mittheilung (mit Tafel XV) 472
Krabbe, G., Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Cladoniaceen, vorläufige Mittheilung 64
— Zur Frage nach der Funktion der Wurzelspitze 226
Kraus, C., Beiträge zur Kenntniss des Verhaltens der leicht oxydablen Substanzen des Pflanzensaftes 211
Kuhn, M., Ueber Farne und Charen der Insel Socotra (Charen Autore O. Nordstedt) (mit 7 Holzschnitten) 238
Kurth, H., Ueber *Bacterium Zopfii*, eine neue Bakterienart, vorläufige Mittheilung (mit Tafel III) 97
Leitgeb, H., Ueber Bau und Entwicklung einiger Sporen 246
Magnus, P., Das Auftreten von *Aphanizomenon flos aquae* (L.) Ralfs im Eise bei Berlin 129
— Ueber eine besondere geographische Varietät der *Najas graminea* Del. und deren Auftreten in England 521
Meyer, Arthur, Ueber das Suberin des Korkes von *Quercus Suber* . . . XXIX
Miller, W., Ueber einen Zahn-Spaltpilz *Leptothrix gigantea* (mit Tafel VI) . 221
Molisch, Hans, Ueber den mikrochemischen Nachweis von Nitraten und Nitriten in der Pflanze mittelst Diphenylamin oder Brucin 150
— Ueber das Längenwachsthum geköpfter und unverletzter Wurzeln 362
Müller, Fritz, Biologische Beobachtungen an Blumen Südbrasiliens (*Cypella* Herb.) mitgetheilt von Hermann Müller aus Briefen des Autors (mit 3 Holzschnitten) 165
Müller, N. I. C., Polarisationserscheinungen pflanzlicher und künstlicher Colloidzellen 77
Müller, Otto, Das Gesetz der Zelltheilungsfolge von *Melosira* (*Orthosira*) *arenaria* Moore (mit Tafel I und 2 Holzschnitten) 35
— Die Chromatophoren mariner Bacillariaceen aus den Gattungen *Pleurosigma* und *Nitzschia*, vorläufige Mittheilung (mit 5 Holzschnitten) 478
Nordstedt, O., Charen der Insel Socotra (siehe M. Kuhn), (mit 7 Holzschn.) 241

Seite

Pfeffer, W., Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize . 524

Pfitzer, E., Ueber ein Härtung und Färbung vereinigendes Verfahren für die Untersuchung des plasmatischen Zellleibs 44

— Zur Morphologie und Anatomie der Monocotylen-ähnlichen *Eryngien*, vorläufige Mittheilung 133

Prantl, K., *Helminthostachys zeylanica* und ihre Beziehungen zu *Ophioglossum* und *Botrychium*, vorläufige Mittheilung 155

— Studien über Wachsthum, Verzweigung und Nervatur der Laubblätter, insbesondere der Dicotylen 280

— Systematische Uebersicht der Ophioglosseen 348

Pringsheim, N., Ueber Cellulinkörner, eine Modifikation der Cellulose in Körnerform (mit Tafel VII) 288

Reinke, J., Der Einfluss des Sonnenlichts auf die Gasblasenausscheidung von *Elodea canadensis*, vorläufige Mittheilung XV

— Die optischen Eigenschaften der grünen Gewebe und ihre Beziehungen zur Assimilation des Kohlenstoffs (mit einem Holzschnitt) 395

Ross, Hermann, Beiträge zur Anatomie abnormer Monokotylenwurzeln (Musaceen, Bambucaceen) (mit Tafel X) 331

Schmalhausen, J., *Vaccinium macrocarpum* Ait., ein neuer Bürger der Flora XIV

Schmidt, Oscar, Das Zustandekommen der fixen Lichtlage blattartiger Organe durch Torsion 504

Schweinfurth, G., Neue Beiträge zur Flora des alten Aegyptens (briefliche Mittheilung an Herrn P. Ascherson) 544

Schwendener, S., Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen 48

Steinbrinck, Carl, Ueber den Oeffnungsmechanismus der Hülsen 270

— Ueber einige Fruchtgehäuse, die ihre Samen in Folge von Benetzung freilegen (mit Tafel XI) 339

— Berichtigung zu der Mittheilung: Ueber einige Fruchtgehäuse, die ihre Samen infolge von Benetzung freilegen 360

Temme, F., Ueber das Chlorophyll und die Assimilation der *Cuscuta europaea*, vorläufige Mittheilung 485

Thomas, Fr., *Synchytrium pilificum* n. sp. 494

Tschirch, A., Untersuchungen über das Chlorophyll (III.) 137

— Untersuchungen über das Chlorophyll (III.) (Schluss.) 171

— Zur Morphologie der Chlorophyllkörner (Notiz.) 202

— Die Reindarstellung des Chlorophyllfarbstoffes (IV.) XVII

— Untersuchungen über das Chlorophyll (V.) (mit Tafel XIV) 462

Urban, I., Ueber die Bestäubungseinrichtungen bei der Büttnerien-Gattung *Rulingia* (mit zwei Holzschnitten) 53

— Ueber die Familie der Turneraceen 100

— *Trematosperma* novum genus Somalense 182

— Die *Medicago*-Arten Linné's 256

— Ueber die morphologische Bedeutung der Stacheln bei den Aurantieen (mit Tafel VIII) 313

Westermaier, M., Zur Kenntniss der osmotischen Leistungen des lebenden parenchyms (mit einem Holzschnitt) 371

Wilhelm, K., Die Verdoppelung des Jahresringes, vorläufige Mittheilung . . 216

— Ueber eine Eigenthümlichkeit der Spaltöffnungen bei Coniferen, vorläufige Mittheilung (mit 4 Holzschnitten) 325

Wille, N., Ueber die Zellkerne und die Poren der Wände bei den Phycochromaceen (mit 4 Holzschnitten) 243

Willkomm, H., *Umbilicus Winkleri*, ein neuer Bürger der europäischen Flora 268

Seite

Winkler, A., Bemerkungen über die Keimpflanze und die Keimfähigkeit des Samens von *Tithymalus Cyparissias* Scop. 452

Zimmermann, A., Zur Kritik der Böhm-Hartig'schen Theorie der Wasserbewegung in der Pflanze (mit einem Holzschnitt) 183

— Ueber die Jamin'sche Kette 384

— Molekular-physikalische Untersuchungen (I.) über den Zusammenhang zwischen Quellungsfähigkeit und Doppelbrechung 533

Zopf, W., Weitere Stützen für meine Theorie von der Inconstanz der Spaltalgen (Phycochromaceen) *Tolypothrix amphibica* Zopf. (mit Tafel IX) 319

Verzeichniss der Tafeln.

Tafel I zu **Otto Müller,** Das Gesetz der Zelltheilungsfolge von *Melosira* (*Orthosira*) *arenaria* Moore. Erklärung im Text.

Tafel II zu **Georg Firtsch,** Ueber einige mechanische Einrichtungen im anatomischen Bau von *Polytrichum juniperinum* Willd. Erklärung auf Seite 96.

Tafel III zu **H. Kurth,** Ueber *Bacterium Zopfii.* Erklärung auf Seite 99.

Tafel IV zu **Henrich Klebahn,** Ueber die Struktur und die Funktion der Lenticellen etc. Erklärung auf Seite 121.

Tafel V zu **E. Heinricher,** Der abnorme Stengelbau der Centaureen etc. Erklärung auf Seite 129.

Tafel VI zu **W. Miller,** Ueber einen Zahn-Spaltpilz *Leptothrix gigantea.* Erklärung auf Seite 224.

Tafel VII zu **N. Pringsheim,** Ueber Cellulinkörner, eine Modifikation der Cellulose in Körnerform. Erklärung auf Seite 307.

Tafel VIII zu **I. Urban,** Ueber die morphologische Bedeutung der Stacheln bei den Aurantieen Erklärung auf Seite 319.

Tafel IX zu **W. Zopf,** Weitere Stützen für meine Theorie von der Inconstanz der Spaltalgen. Erklärung auf Seite 324.

Tafel X zu **H. Ross,** Beiträge zur Anatomie abnormer Monocotylenwurzeln. Erklärung auf Seite 338.

Tafel XI zu **Steinbrinck,** Ueber einige Fruchtgehäuse, die ihre Samen infolge von Benetzung freilegen. Erklärung auf Seite 347.

Tafel XI zu **E. Heinricher,** Zur Kenntniss der Algengattung *Sphaeroplea.* Erklärung auf Seite 450.

Tafel XIII, Fig. 1—9 zu **F. Hildebrand,** Ueber einige Bestäubungseinrichtungen. Fig. 10—13 zu **F. Hildebrand,** Ueber den Samen von *Acacia Melanoxylon.* Erklärung auf Seite 461.

Tafel XIV zu **A. Tschirch,** Untersuchungen über das Chlorophyll (III, IV und V). Erklärung im Text auf Seite 469—471.

Tafel XV zu **P. Korschelt,** Zur Frage über das Scheitelwachsthum bei den Phanerogamen. Erklärung auf Seite 477.

Verzeichniss der Holzschnitte.

Otto Müller, Schalen von *Melosira arenaria* Moore 36

I. Urban, Blüthen von *Rulingia pannosa* R. Br. 54

Fritz Müller, Blüthe und Blüthentheile von *Cypella* Herb. 165

A. Zimmermann, Schema einer Jamin'schen Kette, aus Tracheen gebildet . 184

Seite

O. Nordstedt, *Chara socotrensis* n. sp. Fig. 1—3 Stipularkränze mit Stücken von Stengeln und Blättern. Fig. 4—5 Fertile Blattgelenke. Fig. 6 Oberer Theil eines Blattes. Fig. 7 Kern des Sporangiums 242

N. Wille, *Stigonema compactum* Ag. 245

K. Wilhelm, Spaltöffnungen der Weisstanne 330

M. Westermaier, Schema zur Veranschaulichung der Wasserbewegung im Holz 374

J. Reinke, Absorptionsspektrum und Assimilationskurve lebender Blätter darüber das Spektrum von alkohol. Chlorophylltinctur 399

T. F. Hanausek, Monströse Dolde von *Picris hieracioides* (Fig. 1) Axenköpfchen mit deutlichem Kelche (Fig. 2) und Axenköpfchen mit Pappus (Fig. 3) 428

O. Müller, Drei Schemata zur Veranschaulichung der Form der Chromatophoren von *Pleurosigma angulatum* 480

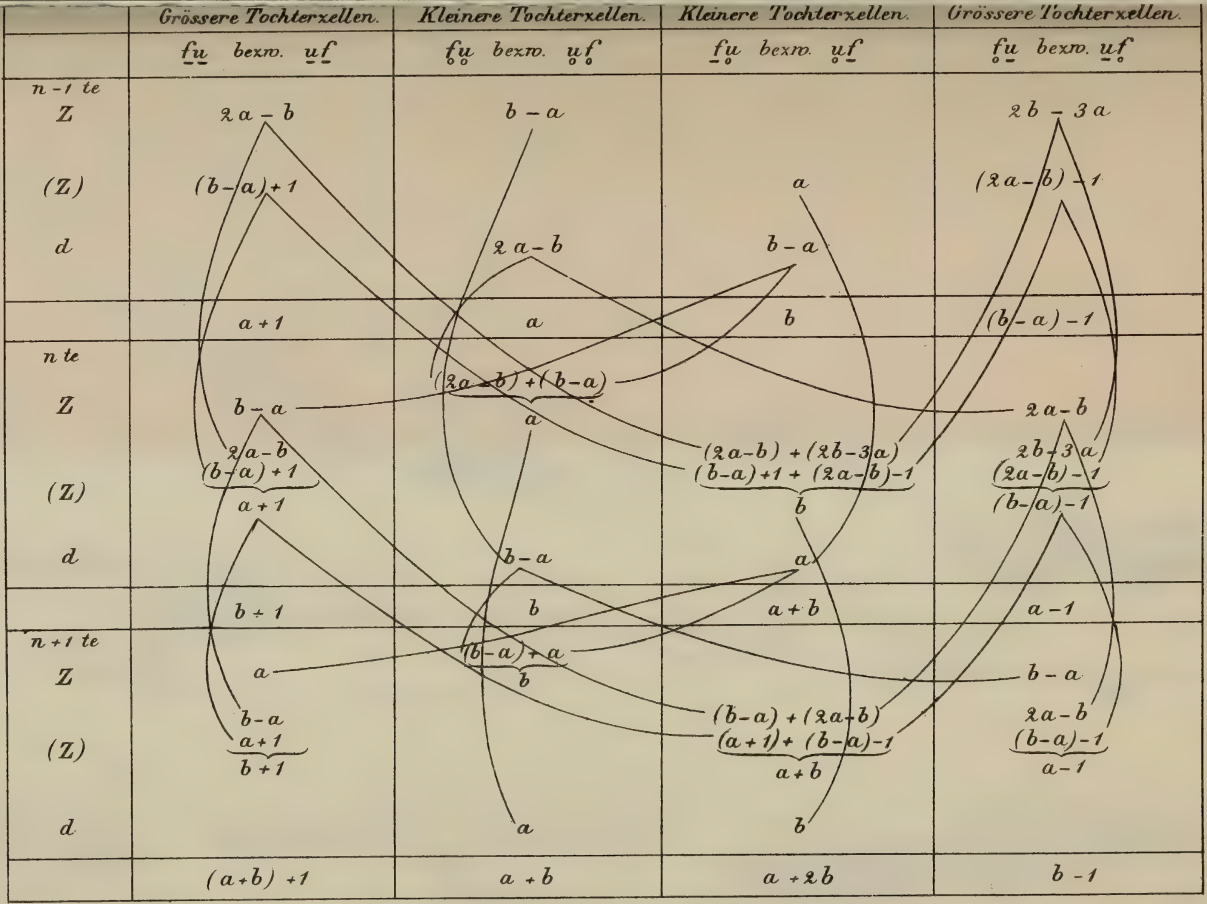
O. Müller, Chromatophor von *Pleurosigma balticum* 481

O. Müller, Mittlerer Theil des Chromatophors von *Nitzschia Sigma* Sm. . . 484

F. Buchenau, Blüthe und Früchte von *Juncus alpinus* Drej.-Borkum (Fig. 1) . 488

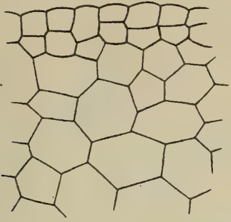
F. Buchenau, Blüthen von *Juncus alpinus* Vill. von Bern und Cogne (Fig. 2) . 488

F. Buchenau, Blüthen, Blüthentheile und Frucht von *Juncus anceps* Lah. — Bayonne (Fig. 3) 491

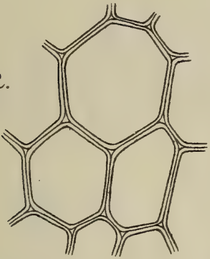


	Grössere Tochterzellen.	Kleinere Tochterzellen.	Kleinere Tochterzellen.	Grössere Tochterzellen.
	$\underline{f}\,\underline{u}$ bezw. $\underline{u}\,\underline{f}$	$\underset{\circ}{f}\underset{\circ}{u}$ bezw. $\underset{\circ}{u}\underset{\circ}{f}$	$\underline{f}\underset{\circ}{u}$ bezw. $\underset{\circ}{u}\underline{f}$	$\underset{\circ}{f}\underline{u}$ bezw. $\underline{u}\underset{\circ}{f}$
n − 1 te Z	$2a-b$	$b-a$		$2b-3a$
(Z)	$(b-a)+1$		a	$(2a-b)-1$
d		$2a-b$	$b-a$	
	$a+1$	a	b	$(b-a)-1$
n te Z	$b-a$	$\underbrace{(2a-b)+(b-a)}_{a}$		$2a-b$
(Z)	$\underbrace{\begin{matrix}2a-b\\(b-a)+1\end{matrix}}_{a+1}$		$\underbrace{\begin{matrix}(2a-b)+(2b-3a)\\(b-a)+1+(2a-b)-1\end{matrix}}_{b}$	$\underbrace{\begin{matrix}2b-3a\\(2a-b)-1\end{matrix}}_{(b-a)-1}$
d		$b-a$	a	
	$b+1$	b	$a+b$	$a-1$
n + 1 te Z	a	$\underbrace{(b-a)+a}_{b}$		$b-a$
(Z)	$\underbrace{\begin{matrix}b-a\\a+1\end{matrix}}_{b+1}$		$\underbrace{\begin{matrix}(b-a)+(2a-b)\\(a+1)+(b-a)-1\end{matrix}}_{a+b}$	$\underbrace{\begin{matrix}2a-b\\(b-a)-1\end{matrix}}_{a-1}$
d		a	b	
	$(a+b)+1$	$a+b$	$a+2b$	$b-1$

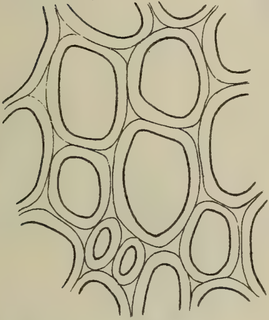
1.



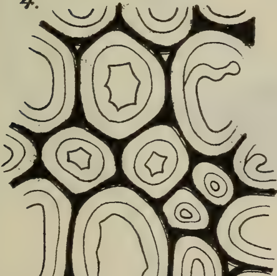
2.



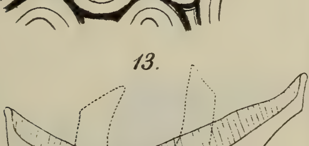
3.



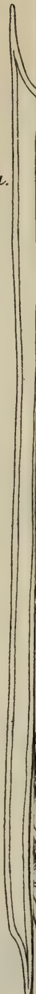
4.



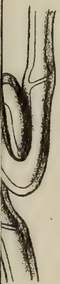
13.



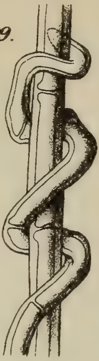
a.



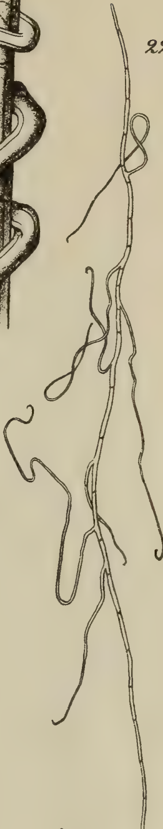
26.



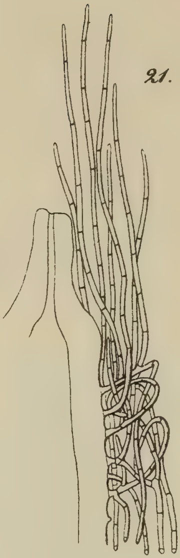
29.



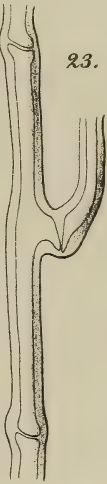
22.



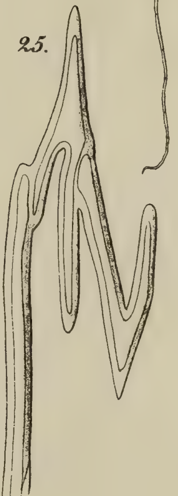
21.



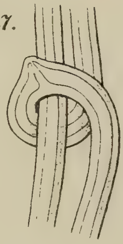
23.



25.



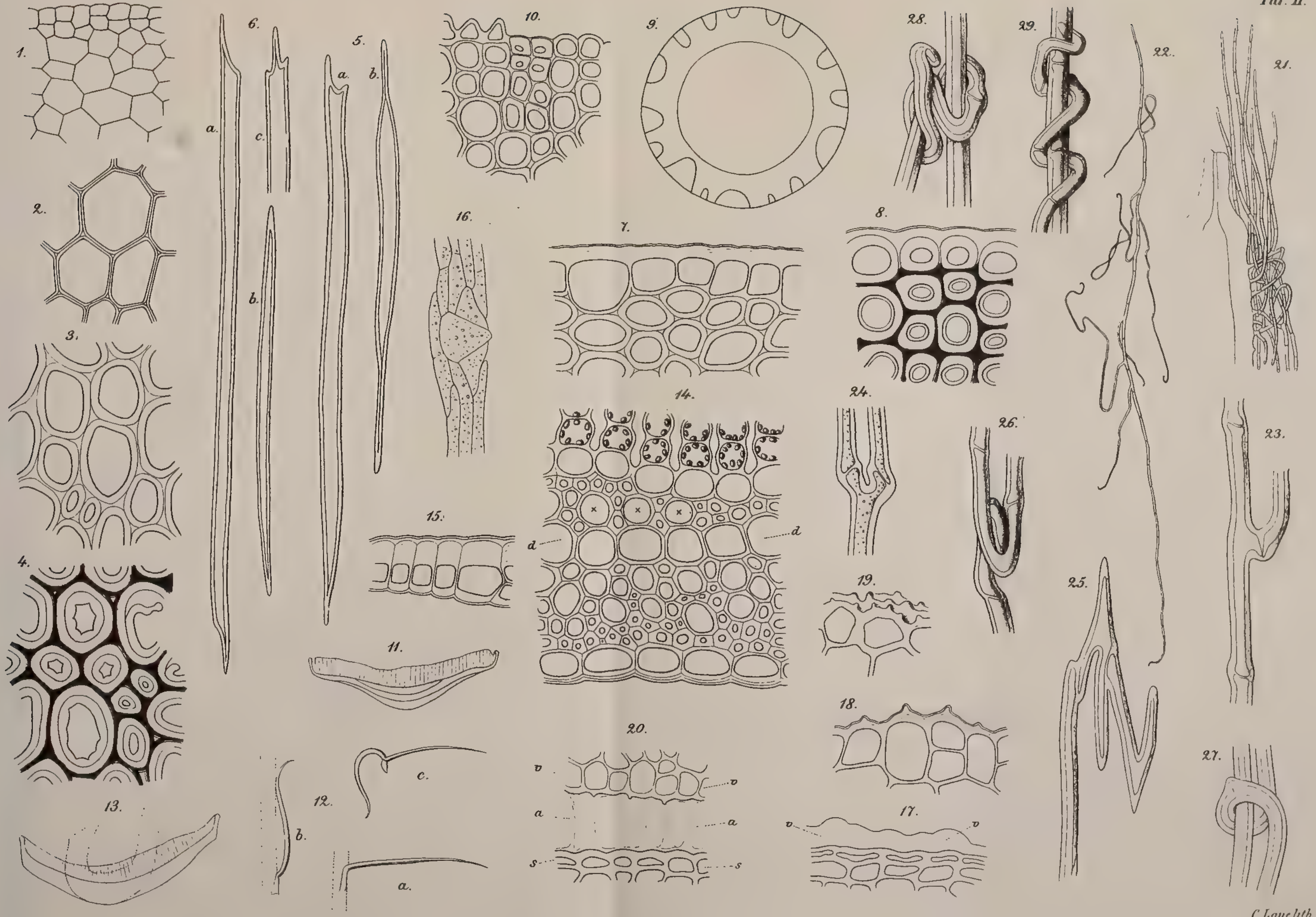
27.



G. Firtsch del.

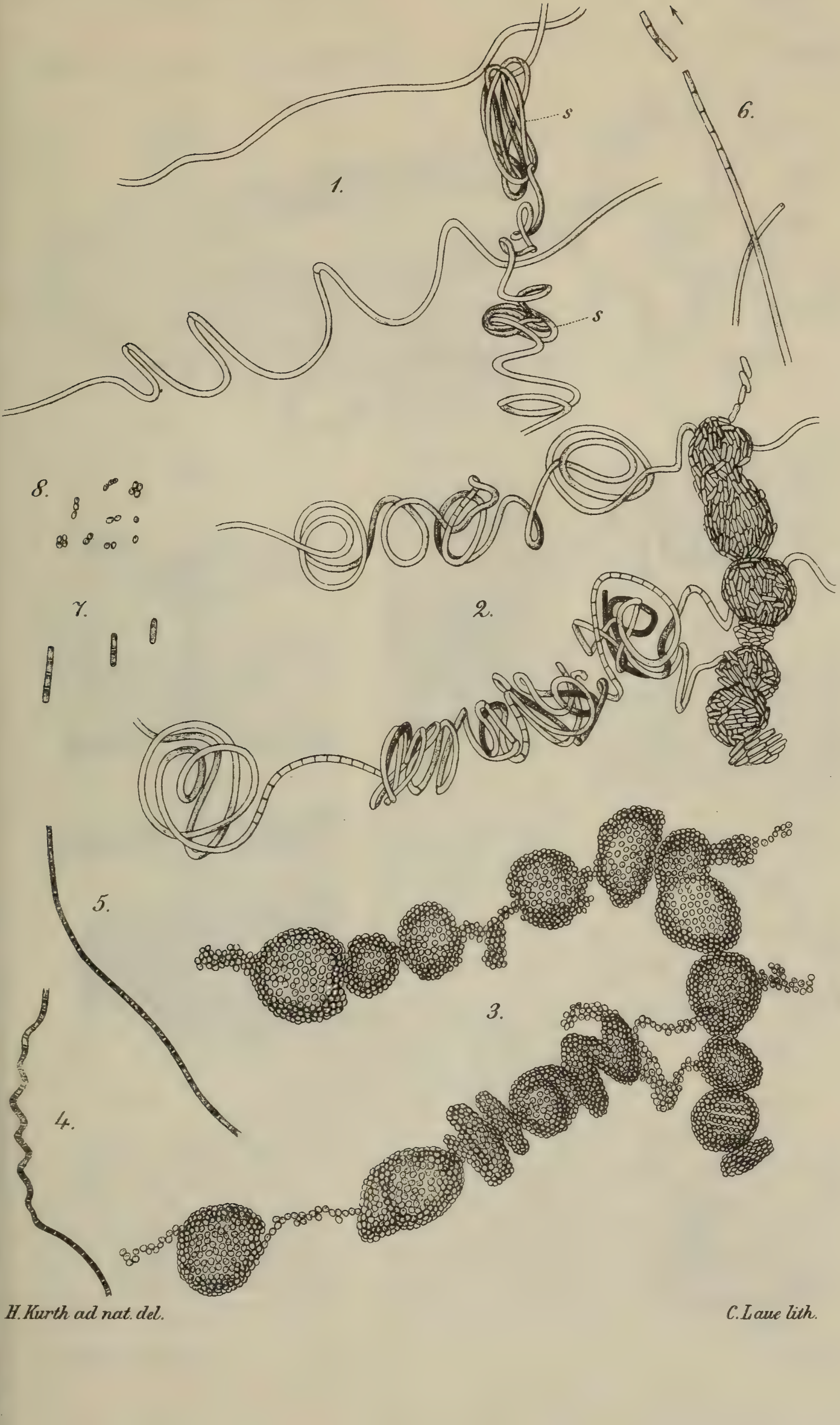
C. Laue lith.

Taf. II.


1.
2.
3.
4.
13.
6.
a.
c.
b.
5.
a.
b.
12.
b.
c.
a.
10.
16.
15.
11.
9.
7.
14.
d
d
20.
v
v
a
a
s
s
28.
29.
8.
24.
19.
18.
17.
v
v
26.
22.
25.
21.
23.
27.

G. Firtsch del.

C. Laue lith


1.
s
s
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

H. Kurth ad nat. del. *C. Laue lith.*

Fig. 1.

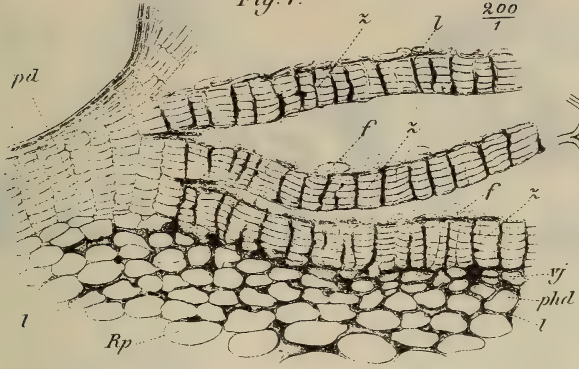

200/1
z
l
pd
f
z
f
z
vj
phd
l
l
Rp

Fig. 2.

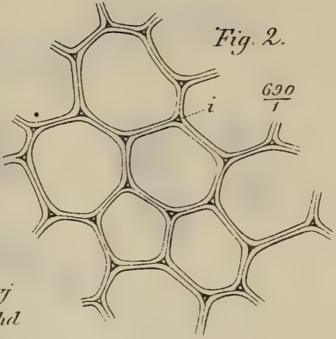


Fig. 3.

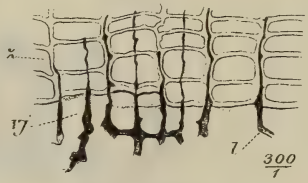


Fig. 11.

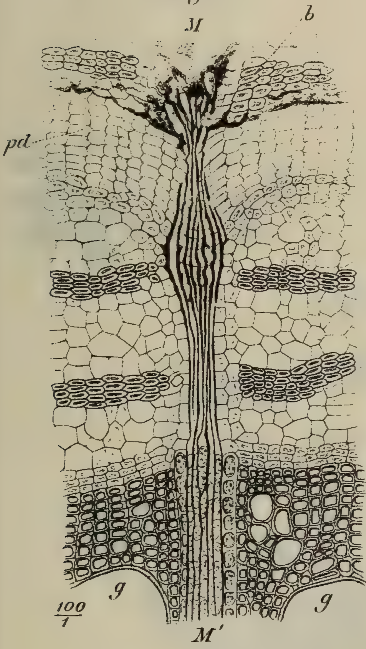

M
b
pd
g
g
100/1
M'

Fig. 12.

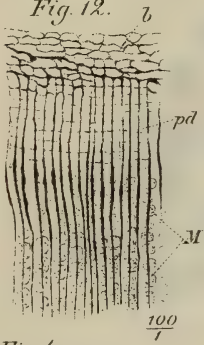


Fig. 5.

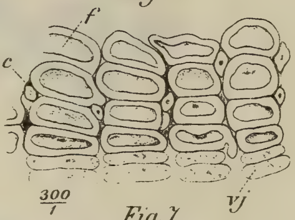


Fig. 4.

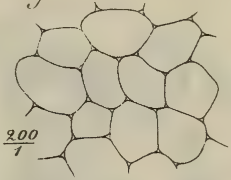


Fig. 7.

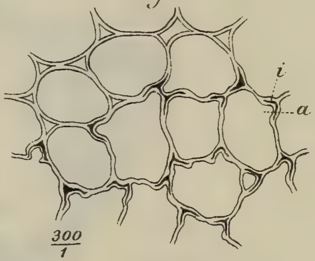


Fig. 6.

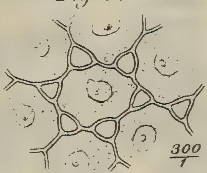


Fig. 9.

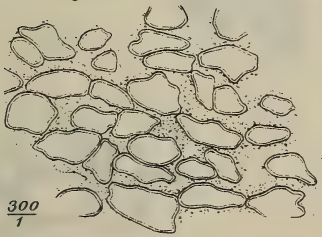


Fig. 10.

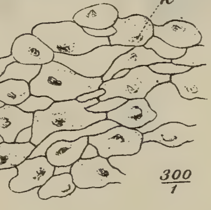
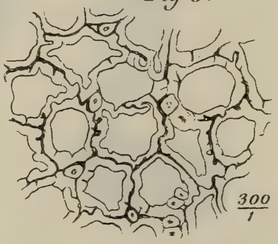


Fig. 8.



H. Klebahn ad nat. del.

C. Laue lith.

Fig. 1.

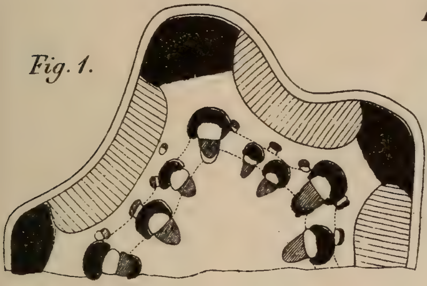


Fig. 2.

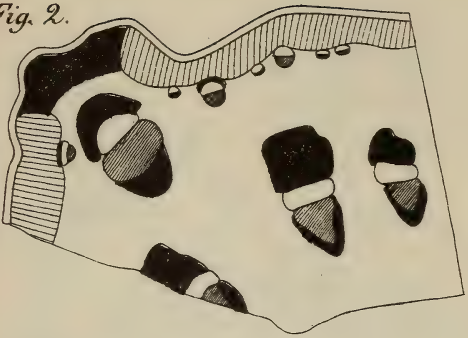


Fig. 3.

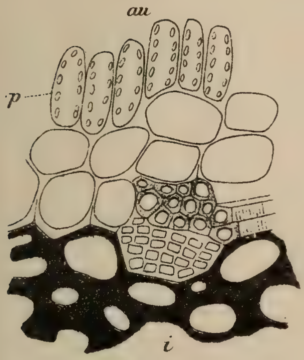


Fig. 7.

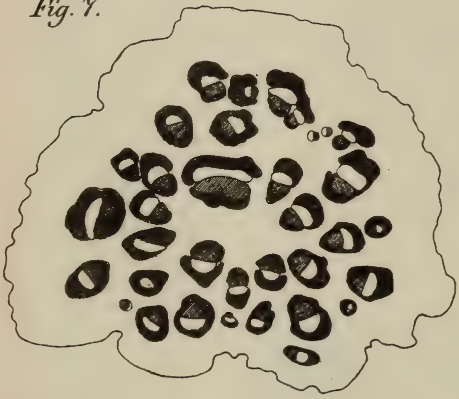


Fig. 6.

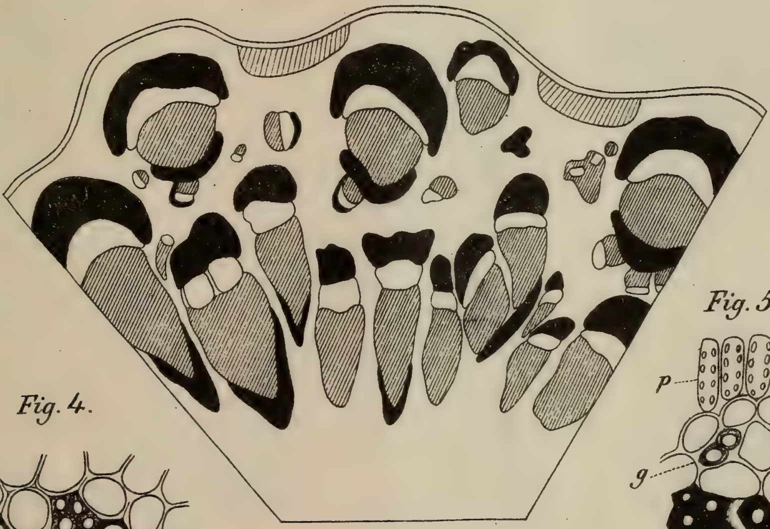


Fig. 5.

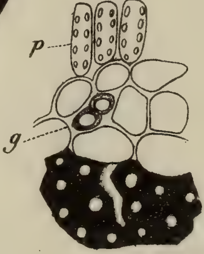
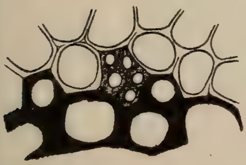


Fig. 4.



Heinricher gez.

C. Laue lith.

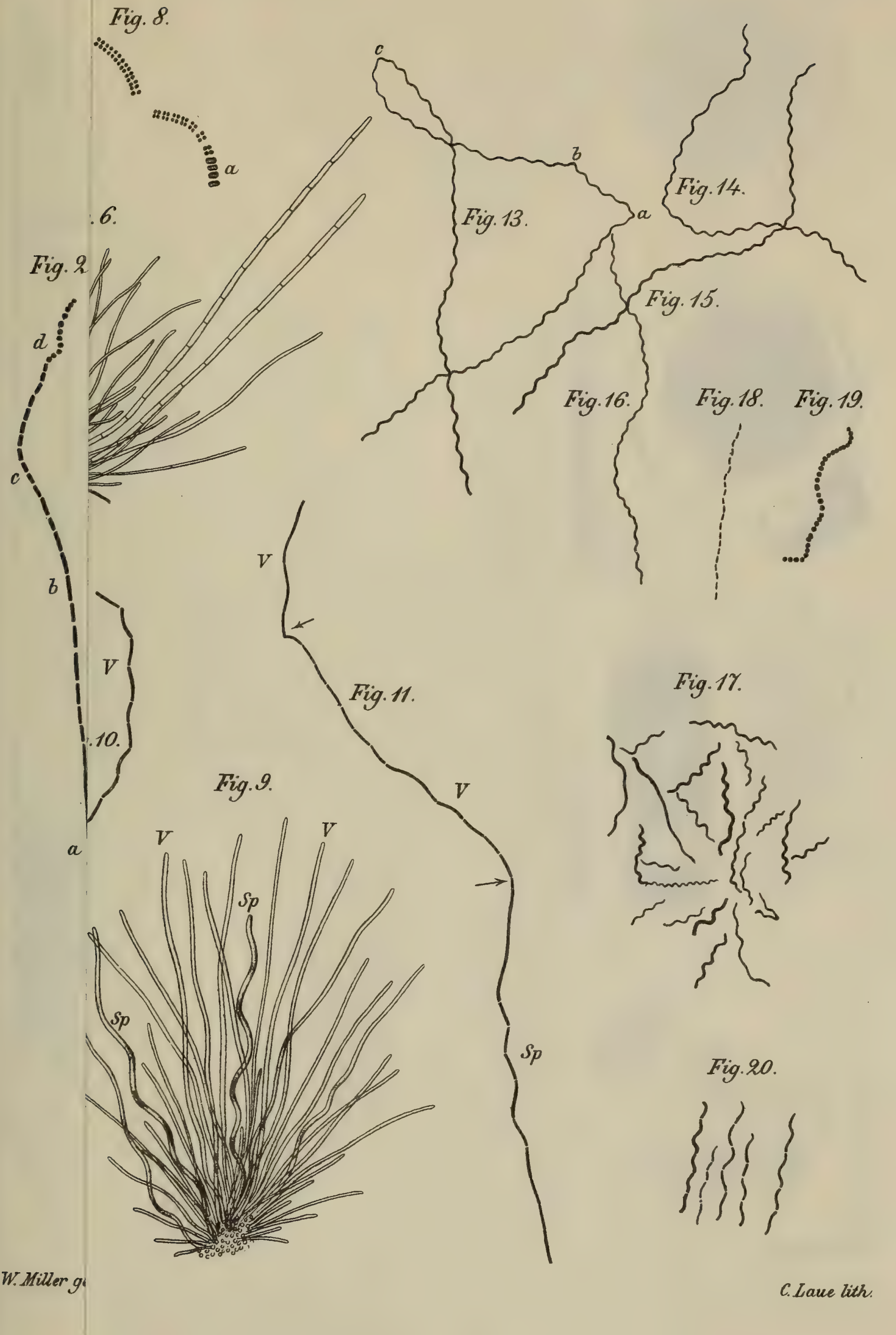


Fig. 8.
a
.6.
Fig. 2
d
c
b
a
V
.10.
Fig. 9.
V
V
Sp
Sp
V
Fig. 11.
V
Sp
c
b
a
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 17.
Fig. 20.

W. Miller g

C. Laue lith.

Taf. VI.

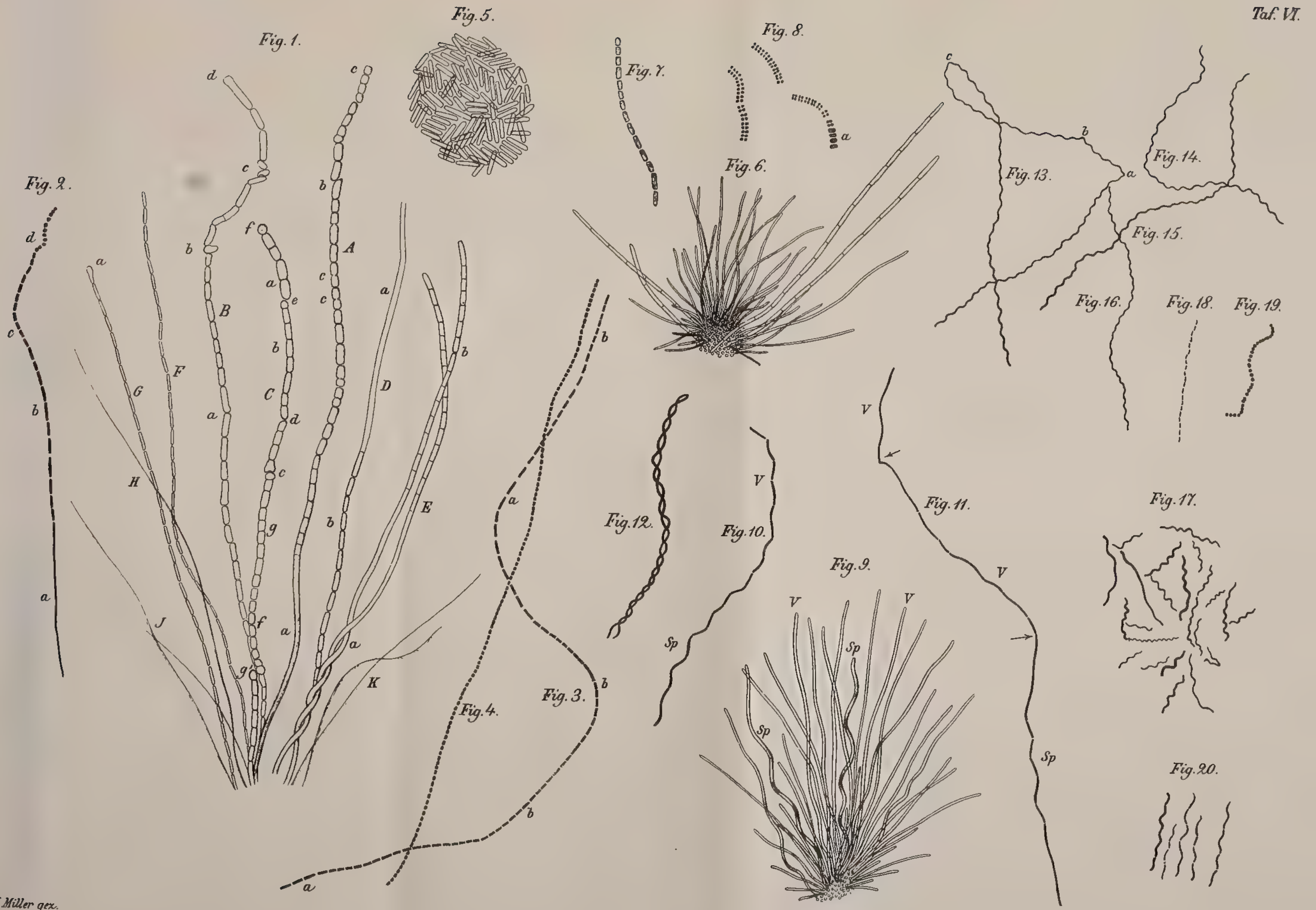
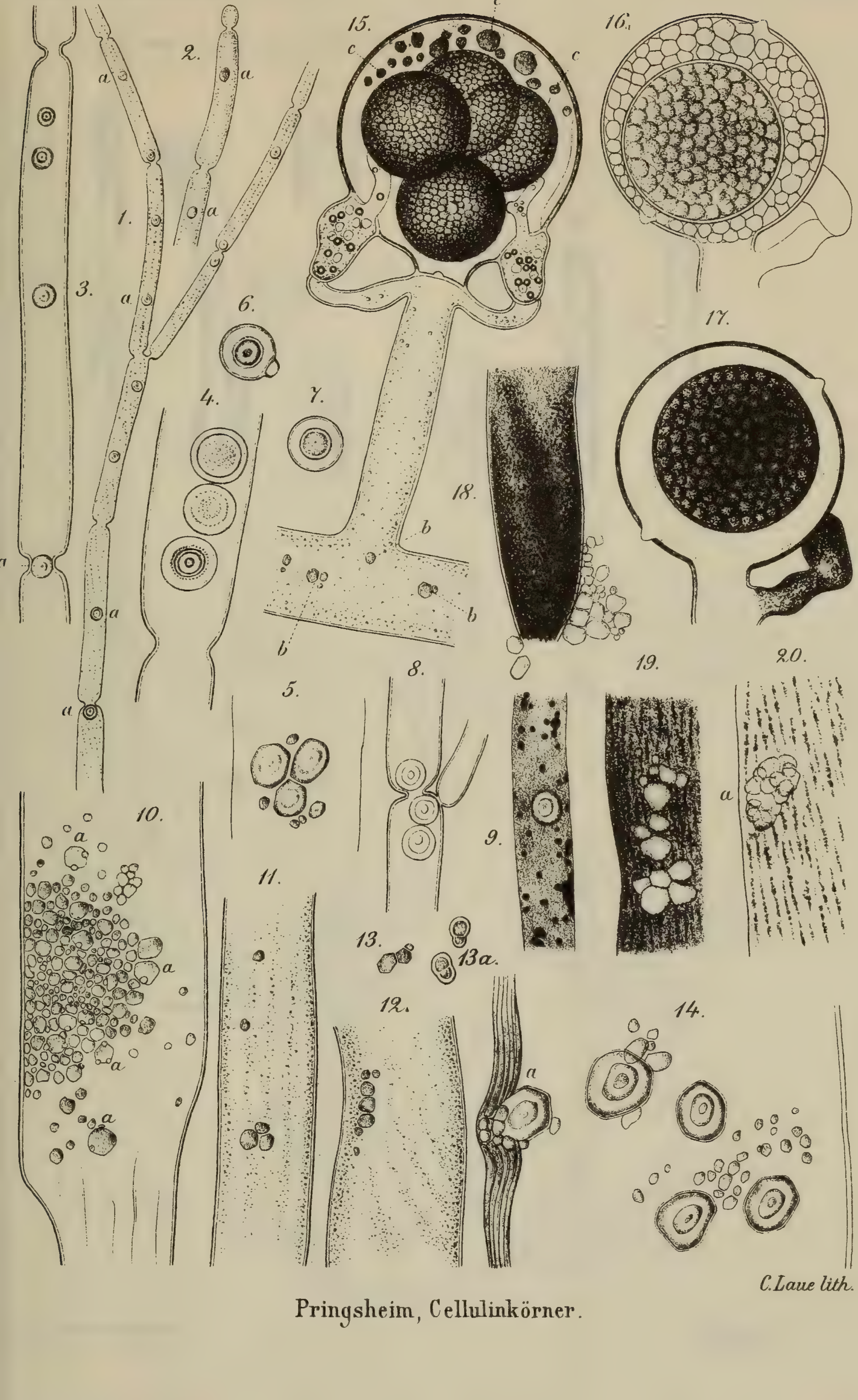


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
A
B
C
D
E
F
G
H
J
K
a
b
c
d
e
f
g
g'
V
Sp

W. Miller gez.

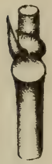
C. Laue lith.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
13a.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
a
b
c

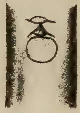
C. Laue lith.

Pringsheim, Cellulinkörner.

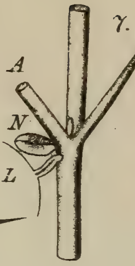
1.



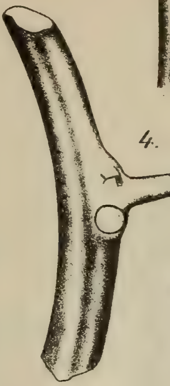
3.



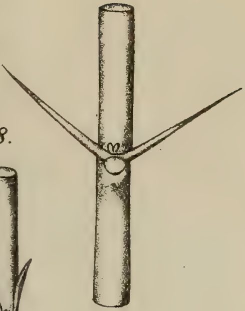
7.



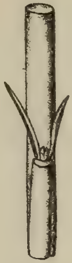
4.



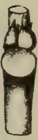
9.



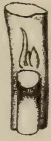
8.



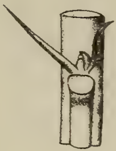
2.



5.

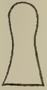


6.

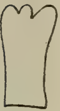


10.

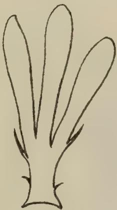
11.



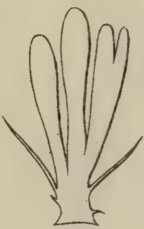
12.



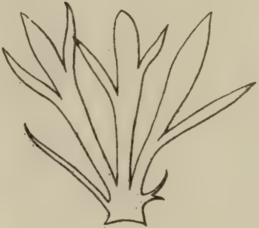
13.



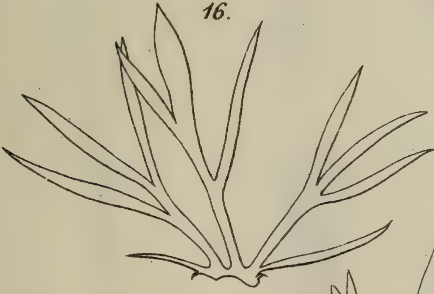
14.



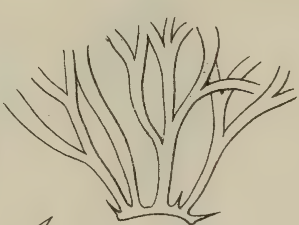
15.



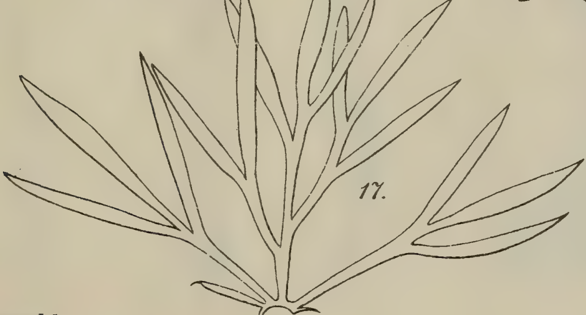
16.



18.



17.



J. Urban ad nat. del. *C. Laue lith.*

Berichte d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. I. Taf. IX.

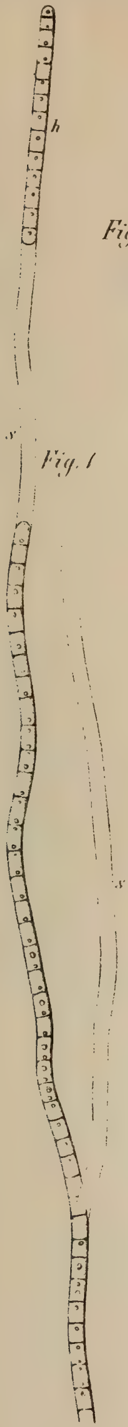


Fig. 1

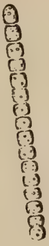


Fig. 3.

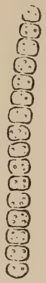


Fig. 4.

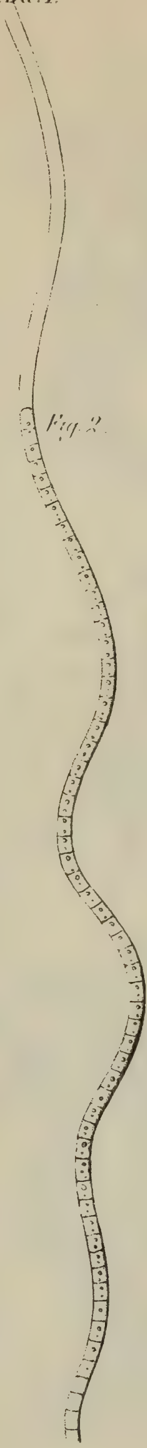


Fig. 2.

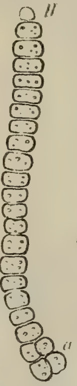


Fig. 5.

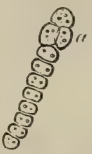


Fig. 6.

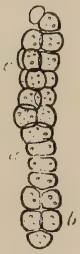


Fig. 7.

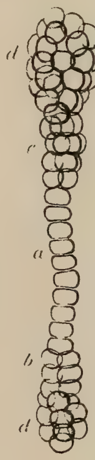


Fig. 8.

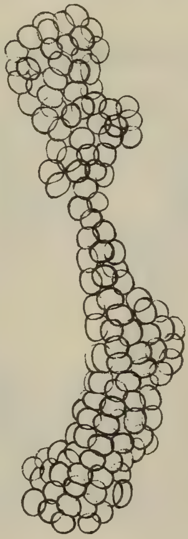
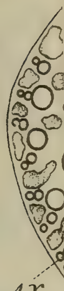


Fig. 9.

F. Zopf ad nat. del. lith. v. Laue.

Taf. X.

Fig. 4.



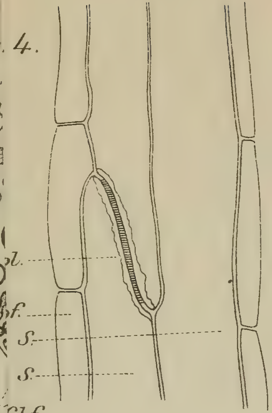


Fig. 9.

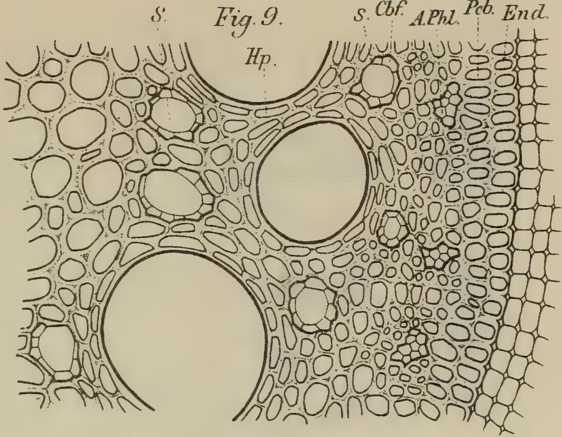

S.
Hp.
S.
Cbf.
A.Phl.
Pcb.
End.

Fig. 10.

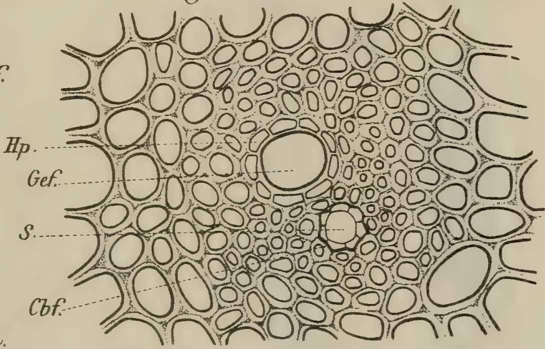


Fig. 5.

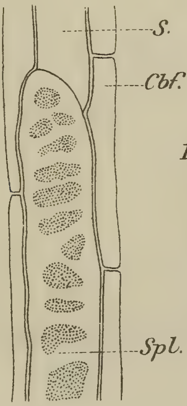


Fig.

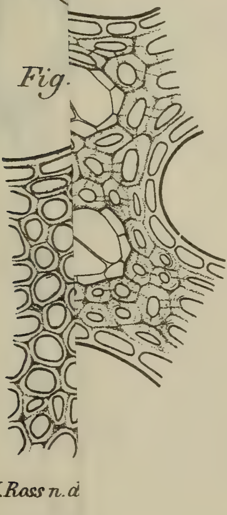
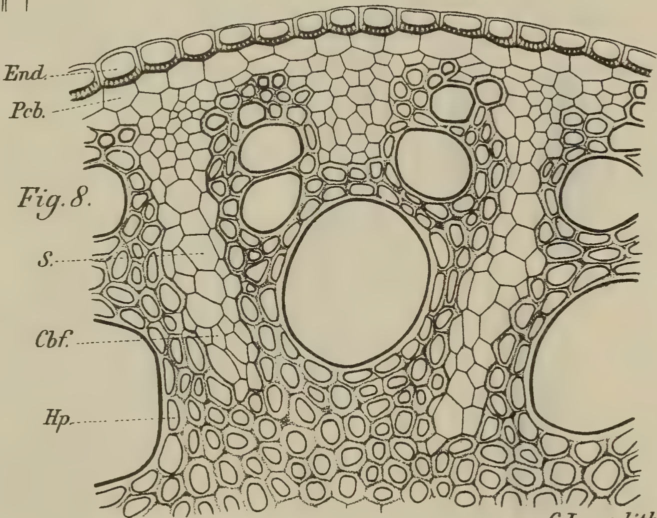


Fig. 8.


End.
Pcb.
S.
Cbf.
Hp.

H. Ross n. d

C. Laue lith.

Fig. 1.

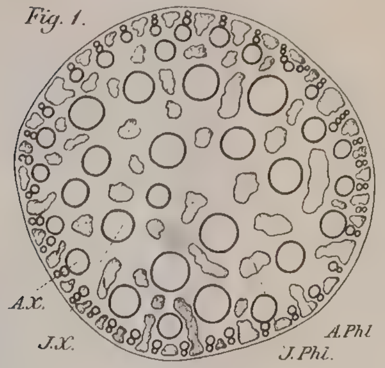

A.X.
J.X.
J.Phl.
A.Phl

Fig. 7.

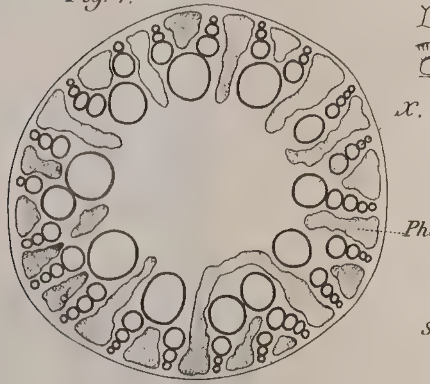


Fig. 3.

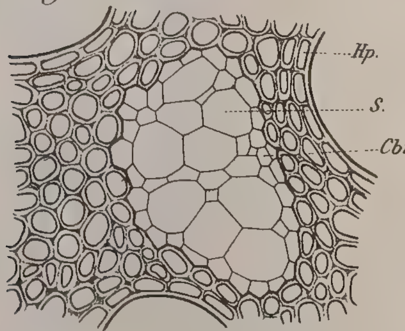


Fig. 2.

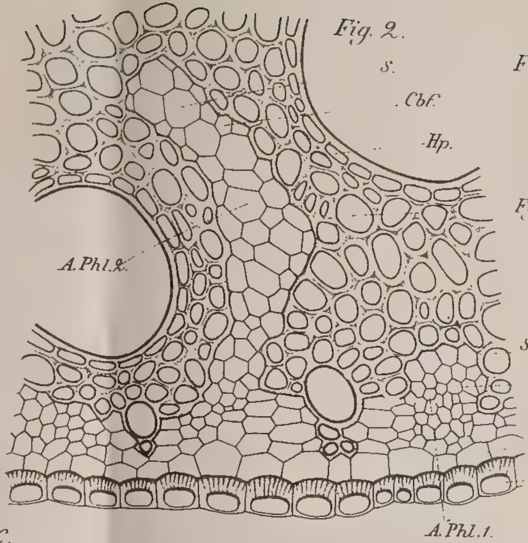

S.
Cbf.
Hp.
A.Phl.2.
Pcb.
End.
A.Phl.1.

Fig. 6.

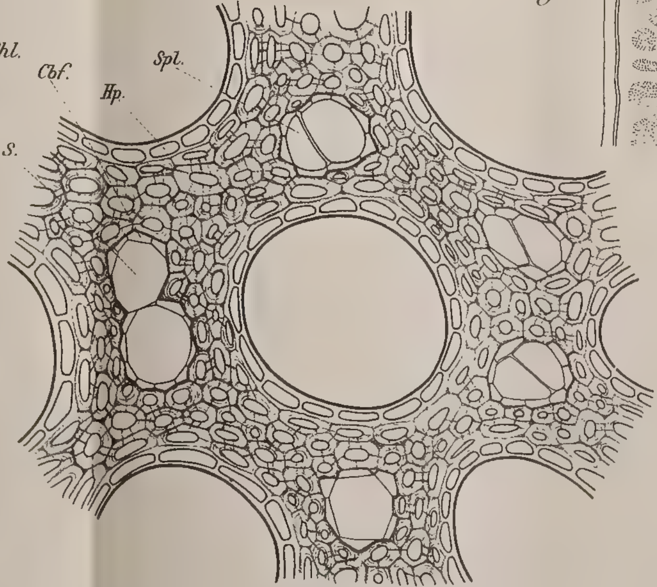


Fig. 4.

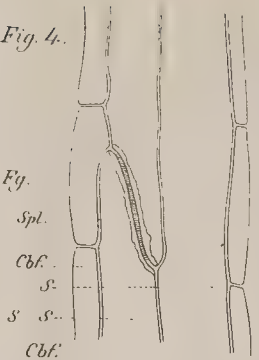

Fg.
Spl.
Cbf.
S.
S
S.
Cbf.

Fig. 5.

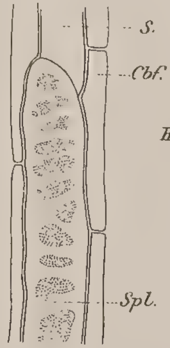


Fig. 9.

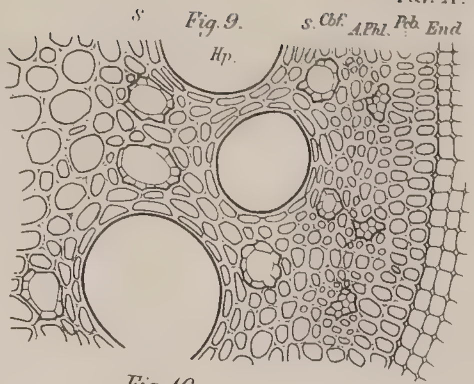

S
Hp.
s.
Cbf.
A.Phl.
Pcb.
End

Fig. 10.

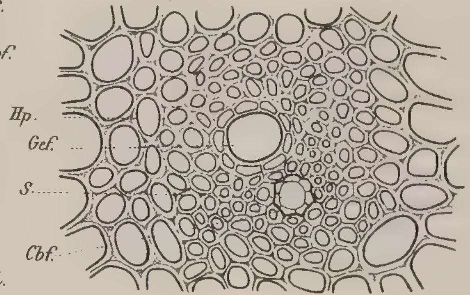
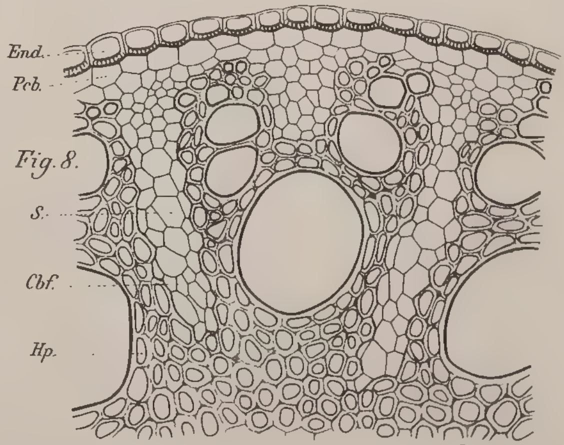


Fig. 8.


End.
Pcb.
S.
Cbf.
Hp.

H. Ross n. d. Nat. gez.

C. Laue lith.

Fig. 1.

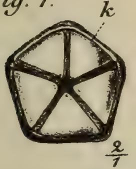


Fig. 2.

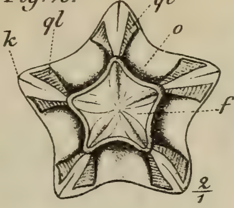


Fig. 5.

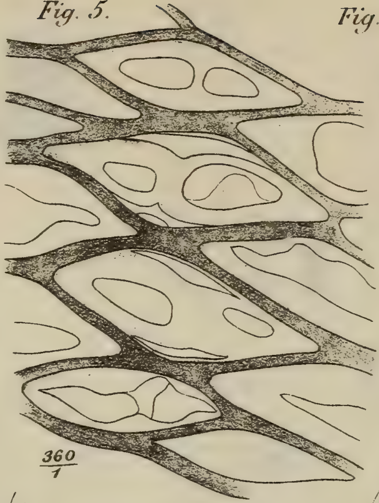


Fig. 12.

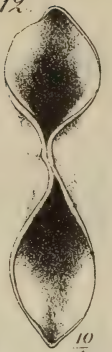


Fig. 3.

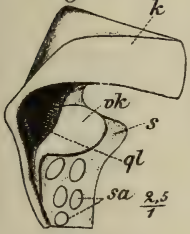

k
vk
s
ql
sa
2,5/1

Fig. 4.

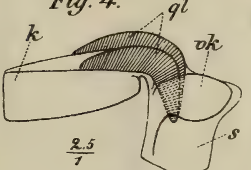


Fig. 13.

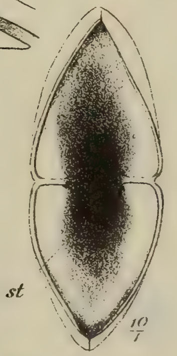


Fig. 6.

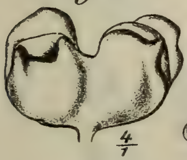


Fig. 7.

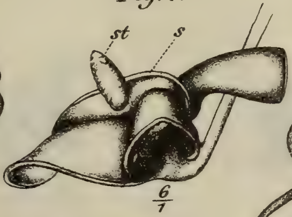


Fig. 18.

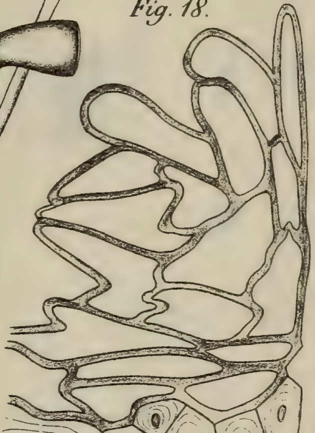


Fig. 8.

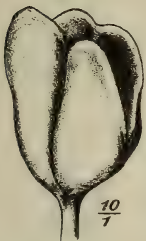


Fig. 9.

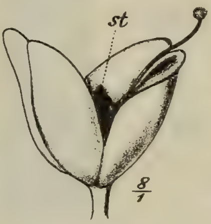


Fig. 14.

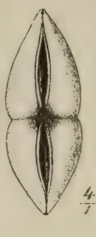


Fig. 15.

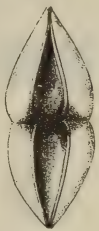


Fig. 10.

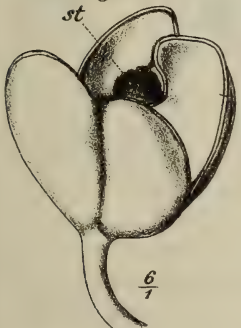


Fig. 11.

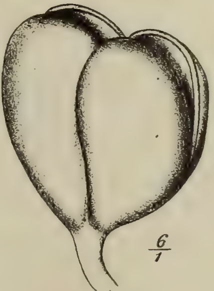


Fig. 16.

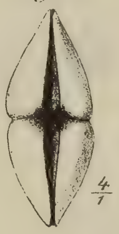
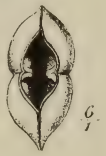


Fig. 17.



C. Steinbrinck gez. C. Laue lith.

Fig. 1a.

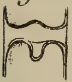


Fig. 1b.

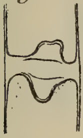


Fig. 1c.

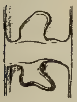


Fig. 1d.

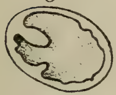


Fig. 2.

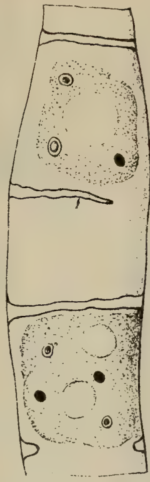


Fig 3.

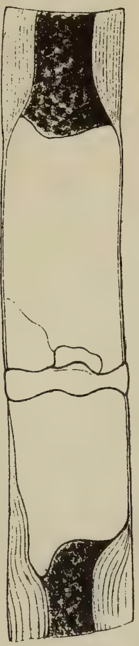


Fig. 4.

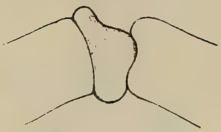


Fig. 5.

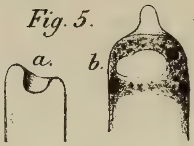


Fig. 7.

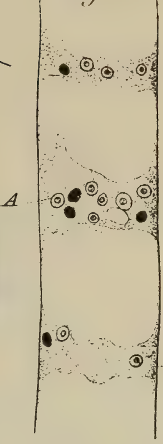


Fig. 8.

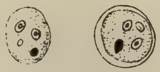


Fig. 9.

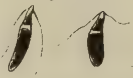


Fig. 10.

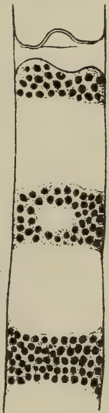


Fig. 11.

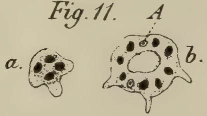


Fig. 6.

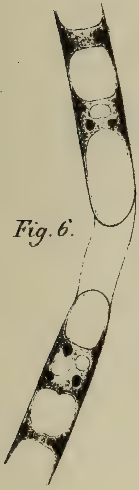


Fig. 12.

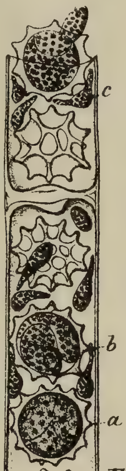


Fig. 13.

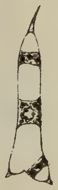


Fig. 14.

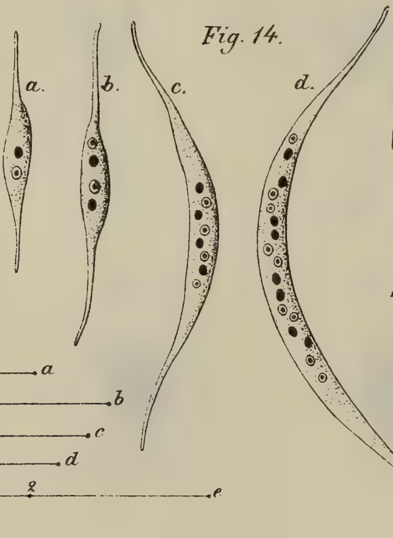


Fig. 16.

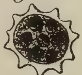


Fig. 17.

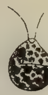
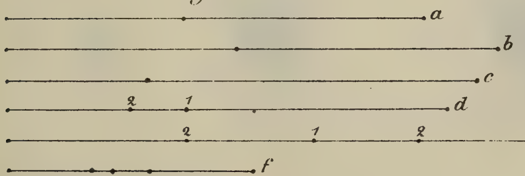


Fig. 15.


a
b
c
2
1
d
2
1
2
e
f

Heinricher gez.
C. Laue lith.

Fig. 1.

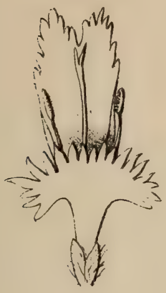


Fig. 2.

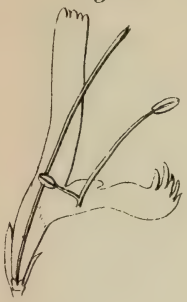


Fig. 3.

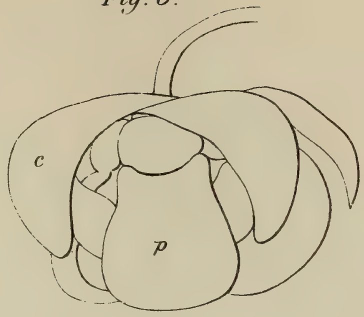


Fig. 4.

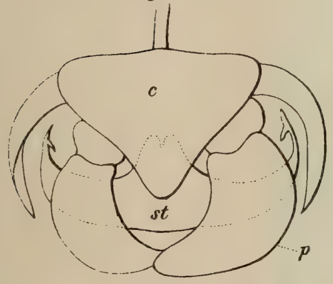


Fig. 5.

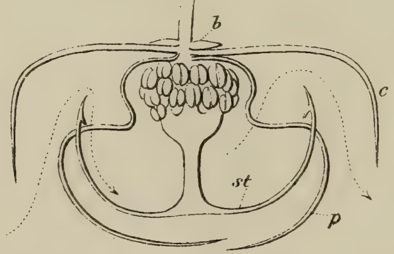


Fig. 6.

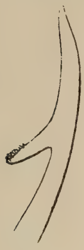


Fig. 7.

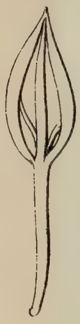


Fig. 8.

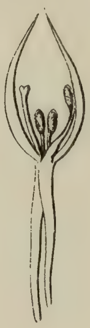


Fig. 9.

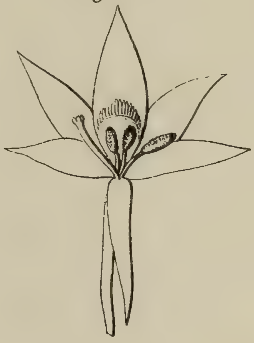


Fig. 10.

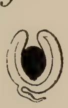


Fig. 11.

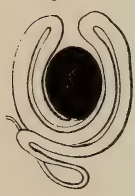


Fig. 12.

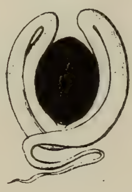
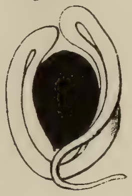


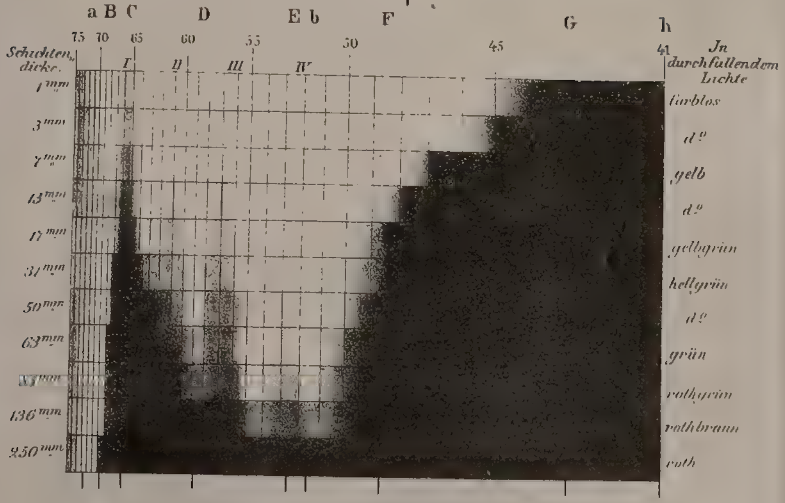
Fig. 13.



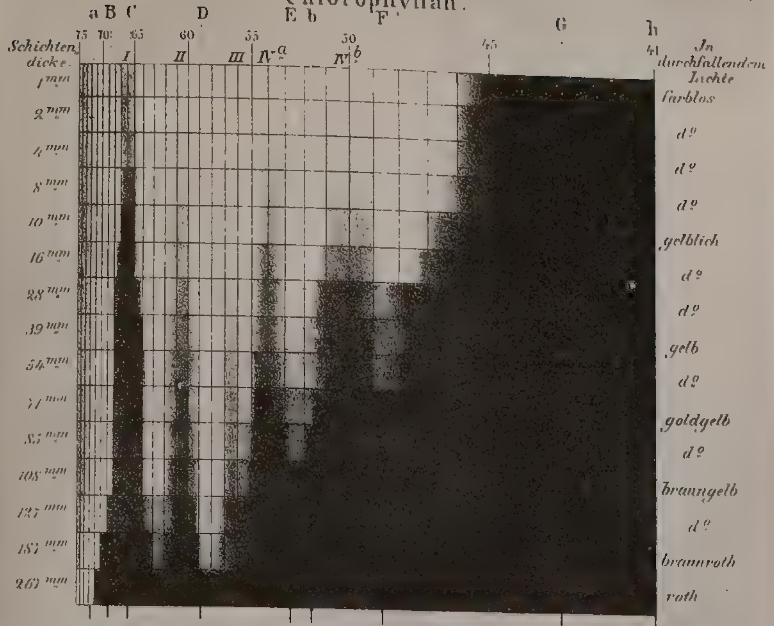
F. Hildebrand ad nat. del.

C. Laue lith.

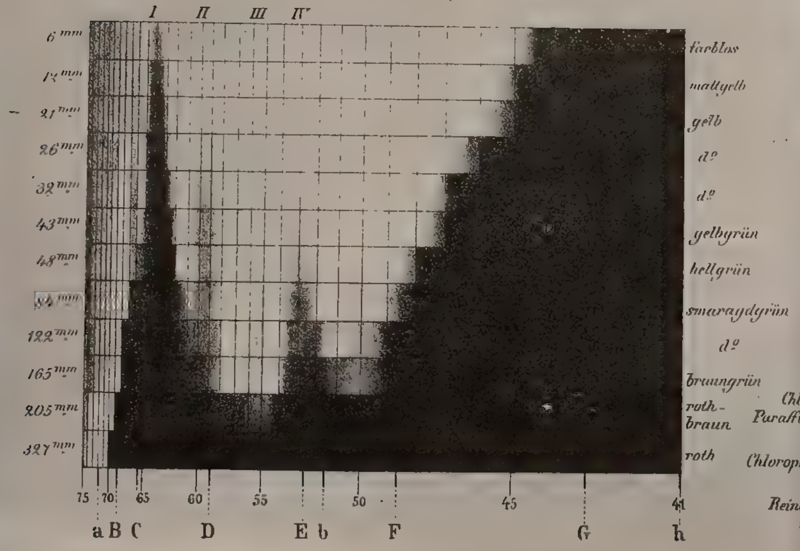
Reinchlorophyll.



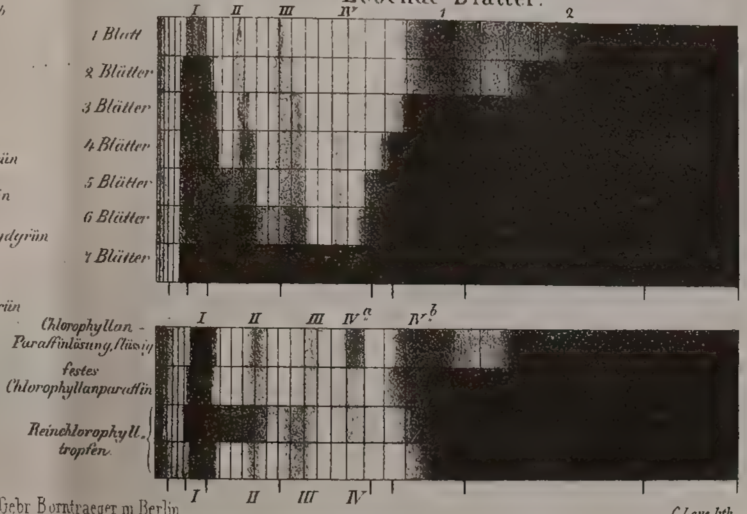
Chlorophyllan.



Kalichlorophyll.



Lebende Blätter.



Verlag von Gebr. Borntraeger in Berlin

Fig. 1.

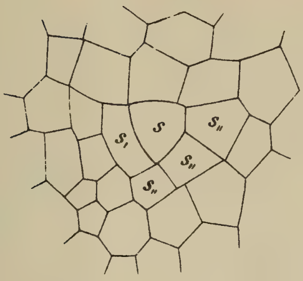


Fig. 2.

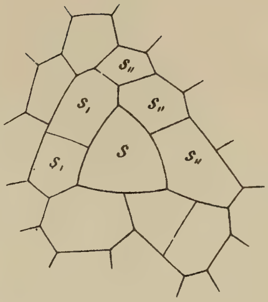


Fig. 3.

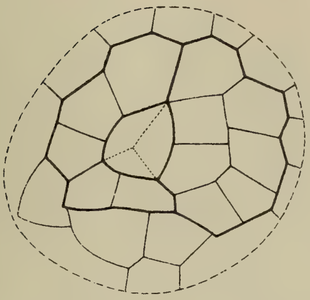


Fig. 5.

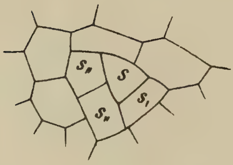


Fig. 4.

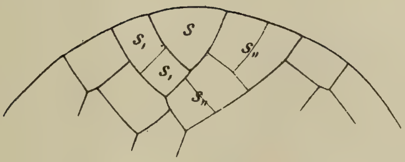
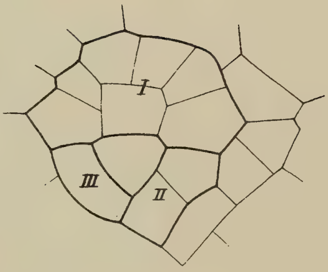


Fig. 6.



P. Korschelt del.
C. Laue lith.

LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION
LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION
LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION
LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION
LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION
LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION
LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION
LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01505 0503